

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da
adubação na cultura de “*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.”**

Cláudio Roberto Segatelli

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Cláudio Roberto Segatelli
Engenheiro Agrônomo

Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação na cultura de “*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.”

Orientador:
Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2008

A DEUS pela criação deste lindo Universo e pelas maravilhas nele existentes, pela nossa vida, saúde, sabedoria e por tudo que nos tem proporcionado...

A Nossa Senhora de Aparecida, pela presença e inspiração na minha vida, no trabalho, na família, iluminando e protegendo o meu caminho, guiando os meus passos...

Aos meus pais, Tertuliano Segatelli e Ivone Jordan Segatelli pelo amor, respeito, abrangência dos ensinamentos de vida, dedicação, compreensão...

Aos meus irmãos Aldo César Segatelli, Márcio José Segatelli e Tânia Mara Segatelli pelo companheirismo, carinho, união...

OFEREÇO

À minha esposa Marilene de Araújo Segatelli pelo amor, respeito, apoio e compreensão nas muitas horas divididas com este trabalho e à nossa filha Giovana Andressa de Araújo Segatelli, que somente nos tem proporcionado grandes alegrias e sentido para nossas vidas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço de forma muito especial a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho:

Ao Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara pela orientação, colaboração e compreensão durante esses anos de convívio;

Aos professores Dr^a Sônia Maria De Stéfano Piedade e Dr. Antonio Augusto Franco Garcia pela ajuda na execução e interpretação das análises estatísticas;

Aos professores do curso de Pós-graduação em Fitotecnia da USP/ESALQ, pelos grandiosos ensinamentos;

Aos Professores do Departamento de Genética pelo apoio, compreensão, companheirismo, profissionalismo e oportunidade para que eu pudesse melhorar e enriquecer meus conhecimentos, onde através desses conhecimentos adquiridos poderei retribuí-los com uma melhor qualidade de trabalho;

Ao companheiro de trabalho Aparecido da Silva pelo companheirismo, apoio, dedicação, colaboração e compreensão neste período;

Aos funcionários do Departamento de Genética, que de alguma forma colaboraram com este trabalho, principalmente aqueles que me apoiaram e incentivaram neste grandioso desafio;

Aos funcionários da Estação Experimental Anhembi: Manoel Antunes, Francisco de Assis Ribeiro, Carlos Baltazar, Isaías Monteiro, Alexandre de Camargo Campos, em especial José Monteiro, pelo apoio, colaboração e companheirismo;

Aos estagiários do Grupo de Pesquisas em Oleaginosas (GPO): Daniel Botelho Pedroso, Fernando Ferraz Barros, Luciana Aparecida Marques, Samuel Sadao Nacamura, Márcia Moreira Ayres de Souza, Melissa Pin Luchetti, Fábio Jordão Rocha, Marcos Antonio Mattos, Luciana Montebello de Oliveira, Renato Nogueira Rodrigues Alves Filho pela colaboração e amizade;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, especialmente aos funcionários: Ananias Ferreira de Sousa, César Renato Galvão Desiderio, Edson Ademir de Moraes, Adilson de Jesus Teixeira, Adilson Aparecido Dias, Antonio Pereira de Andrade, Luis Cláudio Pereira de Sousa, Cláudio do Espírito Santo Ferraz, Wilson Góes da Silva, Daniel Luiz Theodoro, Claudinei Martins Valério, José dos Reis Lopes, José Soares de Almeida, Laerte Tibério, João Rodrigues, Marcelo Valente Batista, Rodrigo Camargo Campos, Osvaldo de Jesus Pelissari, pelo apoio e auxílio nas atividades do experimento em campo;

A responsável pelo Laboratório de Análise de Sementes da USP/ESALQ: Eng^a. Agr^a. Helena Maria C. Pescarin Chamma, pelas sugestões e apoio nas atividades realizadas;

À secretária do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, Silvia Borghesi e aos funcionários Celestino Alves Ferreira e Luciane Aparecida Lopes Toledo;

À Dr^a Lília Sichmann Heiffig pela amizade, companheirismo e apoio na realização deste trabalho;

Aos amigos Juan Saavedra del Aguila e Eros Artur Bohac Francisco pela amizade, apoio e colaboração neste trabalho;

A Sementes Brejeiro e Agronorte Pesquisa e Sementes Ltda pelo fornecimento das sementes utilizadas no experimento;

À USP/ESALQ pela oportunidade concedida para que eu pudesse desenvolver, evoluir e enriquecer meus conhecimentos...

“Não vos enganeis: de Deus não se zomba; em realidade, aquilo que o homem semear, isso também colherá”.

Gálatas 6:7

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 2.1 Aspectos Nutricionais Minerais da Soja | 15 |
| 2.1.1 Influência do fósforo na soja | 15 |
| 2.1.2 Influência do potássio na soja | 18 |
| 2.2 Influência da Fertilidade do Solo e da Adubação Fosfatada e Potássica na Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja | 22 |
| 2.3 Adubação Antecipada de Fósforo e Potássio em Agroecossistemas | 25 |
| 2.4 <i>Eleusine coracana</i> (L.) Gaertn. (Capim-Pé-de-Galinha) | 27 |
| 2.4.1 Aspectos nutricionais minerais do <i>Eleusine coracana</i> (L.) Gaertn. | 31 |
| 2.4.2 Pesquisa agrônômica nacional envolvendo o capim-pé-de-galinha | 34 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 36 |
| 3.1 Local e Época | 36 |
| 3.2 Solo e Adubação | 36 |
| 3.3 Cultivares | 38 |
| 3.4 Delineamento e Tratamentos Experimentais | 39 |
| 3.5 Instalação e Condução do Experimento | 40 |
| 3.6 Monitoramento de Elementos de Clima | 42 |
| 3.7 Características Avaliadas | 42 |
| 3.7.1 Produção de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha | 42 |
| 3.7.2 Parâmetros relativos à pré-colheita da soja | 42 |
| 3.7.2.1 Estande final de plantas de soja | 42 |
| 3.7.2.2 Altura final de planta | 43 |
| 3.7.2.3 Grau de acamamento da soja | 43 |
| 3.7.3 Parâmetros relativos aos componentes da produção de soja | 43 |
| 3.7.4 Massa de mil sementes | 43 |
| 3.7.5 Produtividade agrícola da soja | 44 |
| 3.7.6 Avaliação da qualidade de sementes de soja | 44 |
| 3.7.6.1 Determinação do grau de umidade | 44 |
| 3.7.6.2 Teste de germinação | 44 |

| | |
|---|-----|
| 3.7.6.3 Teste de envelhecimento acelerado | 45 |
| 3.7.6.4 Teste de emergência de plântulas em areia | 45 |
| 4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E A TEMPERATURA MÉDIA DO AR DURANTE O PERÍODO DE EXPERIMENTAÇÃO | 48 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 52 |
| 5.1 Produtividade de Matéria Seca da Parte Aérea do Capim-Pé-de-Galinha | 52 |
| 5.2 Estande Final de Planta | 55 |
| 5.3 Altura Final de Planta | 56 |
| 5.4 Grau de Acamamento | 58 |
| 5.5 Número de Ramificações por Planta | 59 |
| 5.6 Número de Vagens Chochas por Planta | 61 |
| 5.7 Número de Vagens de 3 Cavidades com 3 Sementes | 62 |
| 5.8 Número de Vagens de 3 Cavidades com 2 Sementes | 64 |
| 5.9 Número de Vagens de 3 Cavidades com 1 Semente | 66 |
| 5.10 Número de Vagens de 2 Cavidades com 2 Sementes | 67 |
| 5.11 Número de Vagens de 2 Cavidades com 1 Semente | 68 |
| 5.12 Número de Vagens de 1 Cavidade com 1 Semente | 69 |
| 5.13 Número de Vagens por Planta | 71 |
| 5.14 Número de Sementes por Planta | 73 |
| 5.15 Peso Total de Sementes por Planta | 74 |
| 5.16 Produtividade Agrícola da Soja | 76 |
| 5.17 Massa de 1000 Sementes | 83 |
| 5.18 Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja | 85 |
| 5.18.1 Teste de germinação | 85 |
| 5.18.2 Teste de envelhecimento acelerado | 88 |
| 5.18.3 Emergência de plântulas em areia | 91 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 94 |
| 7 CONCLUSÕES | 95 |
| REFERÊNCIAS | 96 |
| APÊNDICES | 109 |

RESUMO

Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn

Com o objetivo de avaliar os efeitos da adubação antecipada sobre a produção de matéria seca da cultura de *Eleusine coracana*, os caracteres produtivos, a qualidade fisiológica das sementes e a produtividade da cultura da soja em sucessão, sustentando-se a hipótese de que a produtividade da soja não é reduzida devido à antecipação da adubação de base para a cultura do capim-pé-de-galinha, foi conduzido o presente experimento na Estação Experimental Anhembi, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), no município de Piracicaba-SP, durante os anos agrícolas de 2001/2002, 2002/2003 e 2003/2004, em Latossolo Amarelo distrófico. A adubação consistiu da aplicação de 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 50 kg de K_2O ha^{-1} e de micronutrientes (Co, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn). O experimento adotou delineamento em blocos completos ao acaso com três repetições e 12 tratamentos que consistiram em diferentes níveis de antecipação da adubação da soja para a cultura do capim-pé-de-galinha: T1= nenhuma adubação; T2= adubação convencional na soja; T3= antecipação de 50% de K, no capim-pé-de-galinha; T4= antecipação de 100% de K, no capim-pé-de-galinha; T5= antecipação de 50% de P, no capim-pé-de-galinha; T6= antecipação de 50% de P e K, no capim-pé-de-galinha; T7= antecipação de 50% de P e 100 % de K, no capim-pé-de-galinha; T8= antecipação de 100% de P, no capim-pé-de-galinha; T9= antecipação de 100% de P e 50% de K, no capim-pé-de-galinha; T10= antecipação de 100% de P e K, no capim-pé-de-galinha; T11= antecipação de 100% de P e K + micronutrientes, no capim-pé-de-galinha; T12= antecipação da adubação foliar com micronutrientes, no capim-pé-de-galinha. As características avaliadas foram: a) capim pé-de-galinha: produtividade de matéria seca da parte aérea; b) soja: estande final, altura final de planta, grau de acamamento, número de ramificações por planta, número de vagens chochas por planta, número de vagens de 3 cavidades com 3, 2 e 1 semente, número de vagens de 2 cavidades com 2 e 1 semente, número de vagens de 1 cavidade com 1 semente, número total de vagens e de sementes por planta, peso de sementes por planta, peso de mil sementes e produtividade agrícola. As sementes de soja foram submetidas aos testes de germinação, de envelhecimento acelerado e de emergência em areia. Conclui-se: a) A antecipação das adubações fosfatada e potássica da soja para a semeadura do *Eleusine coracana*, incrementa a produtividade de matéria seca deste; b) A ausência de adubação do sistema de produção envolvendo a semeadura direta da soja em sucessão à cultura de cobertura com o capim-pé-de-galinha conduz, ao longo das sucessivas safras, a perdas de produtividades agrícolas de matéria seca do capim-pé-de-galinha e de sementes de soja; c) A antecipação da adubação de base da cultura da soja para o capim-pé-de-galinha não interfere com a quantidade total de vagens formadas pelas plantas de soja; e, d) A antecipação da adubação de semeadura com fósforo e potássio da cultura da soja para a semeadura do capim-pé-de-galinha não interfere com a massa de mil sementes e nem com a produtividade agrícola da soja.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill; Capim-pé-de-galinha; Fósforo; Potássio; Semeadura direta

ABSTRACT

Soybean yield with anticipated fertilization on the *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. in a no-tillage system

A research was carried out with the aim of evaluating the effects of anticipated fertilization on the production of *Eleusine coracana* dry matter as well as its productive features. In addition to it, the physiological quality of the seeds and the culture yield were also evaluated, taking into account the hypothesis that soybean yield is not reduced due to the anticipated base fertilization of the finger millet culture. The experiment was conducted at the Estação Experimental Anhembi, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), in Piracicaba/SP, during the growing seasons of 2001/2002, 2002/2003 and 2003/2004, in an Oxisol. The fertilization consisted on the application of 90 kg of P_2O_5 ha⁻¹, 50 kg of K_2O ha⁻¹ and micronutrients (Co, Cu, Fe, Mn, Mo and Zn). The experiment adopted a completely randomized blocks design with three repetitions and twelve treatments, which comprehended different levels of anticipated soybean fertilization for the culture of finger millet, as it follows: T1= without fertilization ; T2= traditional soybean fertilization; T3= anticipation of 50% of K on finger millet; T4= anticipation of 100% of K, on finger millet; T5= anticipation of 50% of P on finger millet; T6= anticipation of 50% of K and P on finger millet; T7= anticipation of 50% of P and 100% of K on finger millet; T8= anticipation of 100% of P on finger millet; T9= anticipation of 100% of P and 50% of K on finger millet; T10 = anticipation of 100% of P and K on finger millet; T11 = anticipation of 50% of K on finger millet; T11 = anticipation of 100% of P and K + micronutrients on finger millet; T12 = anticipation of foliar fertilization with micronutrients on finger millet. The evaluated characteristics were: a) finger millet: dry matter production; b) soybean: final stand, final plant height, lodging, number of branches per plant, number of empty pods per plant, number of pods with 3 cavities with 3, 2 and 1 seed, number of pods with 2 cavities with 2 and 1 seed, number of pods with 1 cavity and 1 seed, total number of pods per plant, seed weight per plant, mass of 1,000 seeds and total yield. Soybean seeds were submitted to germination tests, accelerated ageing tests and well as tests of sand emergency. It was concluded that: a) Phosphorus and potassium anticipated fertilization on soybean applied to the *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. crop can increase the finger millet dry matter yield; b) The absence of fertilization on the soybean no-tillage yield system succeeding the finger millet cover culture can cause the decrease of total yield of finger millet dry matter and soybean seeds; c) The anticipation of base fertilization of soybean culture for finger millet does not interfere with the total amount of pods generated by soybean plants; and d) Phosphorus and potassium anticipated fertilization on soybean culture for finger millet crop do not interfere with the mass of 1,000 seeds and total soybean yield.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill; Finger millet; Phosphorus; Potassium; No-tillage system

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma das mais importantes oleaginosas do mundo, com produção mundial registrada, em 2006, da ordem de 221,50 milhões de toneladas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO - FAO, 2008a). No Brasil, é a cultura com a maior área cultivada, sendo semeada em praticamente todo o território nacional, onde somente nos últimos 10 anos apresentou um crescimento em área da ordem de 81%. De acordo com levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2008), na safra 2006/2007, a cultura ocupou uma área de 20,69 milhões de hectares no Brasil, com produção total de 58,39 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 2.823 kg ha⁻¹.

No contexto mundial, o Brasil se destaca como o segundo maior produtor e exportador de soja, perdendo apenas para os Estados Unidos. Quanto à importância, a cultura representa a maior fonte de proteína de origem vegetal utilizada para a alimentação humana e nutrição animal.

O grão constitui-se em matéria-prima básica, cujo processamento dá origem ao óleo bruto e ao farelo. O processamento destes produtos primários possibilita a obtenção de uma série de produtos secundários, que são utilizados como insumos industriais em diversas outras linhas de processamento, possibilitando assim, a abertura de um enorme leque de opções de uso para a soja, resultando em significativa rede de agronegócios geradora de trabalho, oportunidades de crescimento social e riqueza nacional (BLACK, 2000).

O Brasil possui uma grande capacidade de se tornar o maior produtor mundial de soja, pois dispõe de ampla base tecnológica para a produção, corpo técnico qualificado e novas áreas ainda inexploradas pela cultura, principalmente no cerrado. Estas áreas apresentam condições favoráveis de clima, praticamente sem limitações de temperatura e radiação solar, mas apresentam problemas de distribuição de chuvas (estacionalidade) e fertilidade de solo (elevada acidez e saturação de alumínio). A forma como esta exploração tem sido iniciada e o seu resultado final é que tem sido bastante

questionada e estudada, pois além dos solos apresentarem baixa fertilidade, com vegetação típica e adaptada, também possui alta suscetibilidade à erosão.

Assim, a implantação de um sistema de produção menos agressivo ao solo, como o sistema de semeadura direta, mas que se apresente tão ou mais produtivo que os sistemas convencionais de produção, vêm de encontro às necessidades dessas áreas, evitando a degradação excessiva e impedindo a deterioração desses solos, deixando assim, este enorme patrimônio em boas condições de utilização para as futuras gerações.

Além da necessidade de se desenvolver o sistema de semeadura direta e de se obter novos materiais genéticos adaptados a essas condições, faz-se necessário o melhoramento de outras técnicas culturais, como por exemplo, os métodos de adubação das culturas.

Alguns agricultores, ainda em pequena escala, vêm adotando a técnica conhecida como “adubação de sistema” ou “adubação antecipada do agroecossistema”. Esta consiste na antecipação total ou parcial da aplicação do fertilizante destinado para uma determinada cultura de verão, sendo aplicado a lanço ou em linha em uma cultura antecessora, sobre a qual será efetuada a semeadura direta da cultura de verão.

Com a adubação antecipada do agroecossistema, conseqüentemente, também são antecipadas a manipulação e a movimentação desses fertilizantes, o que permite que a operação de semeadura da cultura de verão ocorra de forma mais rápida e eficiente. Outra vantagem da adubação antecipada sobre uma cultura antecessora, é a formação de palha ou cobertura visando a semeadura direta, pois o sistema gera maior incremento na produção de material orgânico para o agroecossistema, favorecendo a conservação do solo, a manutenção de umidade, a diminuição da amplitude térmica do solo e a reciclagem de nutrientes, que via mineralização da matéria orgânica, passarão às formas disponíveis à cultura de verão em sucessão.

Os poucos conhecimentos sobre os efeitos da prática da adubação antecipada da cultura da soja, o potencial de *Eleusine coracana* como cultura de cobertura, a expectativa de um grande avanço da cultura da soja em novas áreas ainda inexploradas pela mesma, a constante preocupação do agricultor com relação aos problemas citados, a busca de técnicas que contribuam para um manejo do

agroecossistema de forma mais conservacionista, sustentada e funcional, justificaram a realização deste trabalho com o principal objetivo de estudar os efeitos da adubação antecipada sobre: (i) a produção de matéria seca da cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha); (ii) os caracteres produtivos e produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em sucessão; (iii) a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas neste sistema.

Apresenta-se a seguinte hipótese:

- A antecipação da adubação de semeadura da soja para a semeadura do capim-pé-de-galinha não prejudica a produtividade agrícola da soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A soja *Glycine max* (L.) Merrill é uma excelente fonte de proteína e ácidos graxos, ocupando posição de destaque na produção mundial de alimentos.

No processamento industrial, a soja dá origem, inicialmente, ao óleo bruto e ao farelo, produtos de maior consumo. O farelo é utilizado, principalmente, na elaboração de rações, sendo a principal fonte de proteína para os animais. Dos óleos comestíveis consumidos no Brasil, o consumo de óleo de soja é o mais expressivo, correspondendo a mais de 90%.

A partir do grão *in natura* inúmeros produtos podem ser feitos, como: doces, farinha, leite, leite em pó, massa para torta, missô, pão, sobremesas e tofu. Já, a partir do grão torrado podem ser obtidos produtos como biscoitos, bolos, doces, dietéticos, manteiga, além de outros. A partir do óleo de soja pode-se obter vários produtos, como: creme, maionese, margarina, molho, salada, óleo de cozinha, remédios, sanduíches, doces de chocolate, massas, produtos dietéticos, leveduras, anti-corrosivo, anti-estático, agregante, cimento, concreto, detergente, fundição, forração, fungicidas, fluidos hidráulicos, isolante elétrico, lápis de cor, lubrificantes, massa de vidro, pesticidas, plásticos, shampoo, sabão, tecido impermeável, tinta de impressora, álcool e borracha, entre outros. A partir do farelo, também podem ser obtidos inúmeros produtos, sendo que dentre os mais importantes destacam-se a comida dietética e para bebê, doces, fermento, lingüiça, massas, talharim, adesivos, antibióticos, complemento nutricional, couro, emulsões, agente extintor de incêndio, espumas, fibras, fungicidas, molduras, plásticos, revestimento de papel, tecidos, tintas e rações para bezerras, cães, suínos, aves, abelhas e peixes (BLACK, 2000).

A expressão fenotípica de uma planta de soja *Glycine max* (L.) Merrill depende da interação do caráter genético com o ambiente. Dos dois fatores, o primeiro tem, geralmente, pequena influência na variação do potencial de produção, ao contrário do segundo, pois este, comumente, é o fator mais limitante para que a planta expresse toda a sua potencialidade de crescimento e de produtividade. Todos os fatores dependem da natureza, sendo alguns parcialmente controlados pelo homem, como a irrigação, as pragas, as doenças e a nutrição das plantas.

Segundo Carpenedo e Mielniczuk (1990), quando o solo é submetido a cultivos intensivos, como o que ocorre com o preparo convencional, há um fracionamento dos agregados maiores em menores, perdendo assim, a estrutura original, reduzindo, sensivelmente, os macroporos, aumentando, com isso, os microporos e a densidade, sendo que a magnitude com que essas alterações ocorrem depende do tipo de solo e dos sistemas de manejo utilizados. Os sistemas de manejo que adotam o revolvimento intensivo do solo têm levado a um efeito mais nocivo, afetando diretamente o teor de matéria orgânica, um dos principais agentes de formação e estabilização dos agregados.

A estrutura do solo, sob a ótica agrícola, é um dos atributos mais importantes, pois está relacionada com a disponibilidade de ar e água às raízes das plantas, com o desenvolvimento radicular e com suprimento de nutrientes. Portanto, a manutenção de uma boa estrutura para favorecer um melhor fornecimento de nutrientes às plantas, com um bom estado de agregação e estabilidade, é condição primordial para garantir altas produtividades agrícolas.

O sistema de semeadura direta tem permitido a obtenção de incrementos no rendimento das culturas e, o mais importante, tem deixado o solo em boas condições de fertilidade e reduzido processo erosivo para a implantação de culturas subseqüentes. Dentre essas inúmeras vantagens, cabe ressaltar a reciclagem dos nutrientes feita pela mineralização da matéria orgânica, visando sua máxima conservação no agroecossistema. Wisniewski e Holtz (1997), em experimentação, obtiveram resultados da mineralização de 51% e 77% do nitrogênio e do fósforo, respectivamente, da palhada de milho em um período de 149 dias. Segundo Rebařka et al. (1994), em longo prazo, a aplicação de resíduos vegetais propicia a elevação do teor de potássio da faixa de deficiência para a de suficiência.

Segundo Carvalho et al. (2004), principalmente na região dos cerrados, onde os solos ficam expostos à intensa radiação solar e à erosão eólica durante a entressafra, e à erosão causada pelas chuvas intensas, comuns no início da estação chuvosa, a utilização de plantas para adubação verde e cobertura do solo assume elevada importância para o agroecossistema.

2.1 Aspectos Nutricionais Minerais da Soja

Segundo Bataglia, Mascarenhas e Miyasaka (1977), o acúmulo de matéria seca da parte aérea da soja aumenta em pequenas taxas até o início de florescimento, e, a partir daí, até a fase do início de formação de vagens torna-se bastante elevada. A partir do estágio de florescimento até cerca de 90 dias após emergência, quando a matéria seca atinge o seu máximo, ocorre a translocação de nutrientes para as vagens e sementes, ocorrendo também, queda natural das folhas, iniciando-se a perda do peso total. Observa-se, que mais da metade da matéria seca acumulada pela cultura da soja é produzida depois do florescimento, o que leva a considerar este período como crítico.

Em trabalho de pesquisa realizado por Francisco (2002), o autor afirma que a matéria seca total (MS) da planta de soja apresentou valores crescentes ao longo de todo o ciclo da cultura, atingindo o ponto de maior acúmulo no estágio R₆, com 9.350 kg de MS ha⁻¹, mantendo-se estável até o estágio R_{7.2}. Afirma ainda, o autor, que a maior taxa de crescimento diário foi verificada entre os estádios R₃ e R_{5.3}, com 156,4 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹.

Segundo Vitti e Luz (1998), uma produtividade de grãos de soja correspondente a 3.000 kg ha⁻¹ exporta as seguintes quantidades (kg ha⁻¹) de nutrientes minerais: 226 de N, 16 de P, 94 de K, 64 de Ca, 32 de Mg e 8 de S. Consideram também, que para esse nível de produtividade agrícola, a lavoura de soja extrai as seguintes quantidades de nutrientes (kg ha⁻¹): 300 de N, 40 de P, 115 de K, 70 de Ca, 35 de Mg e 23 de S. Excluindo o nitrogênio, que pode ser fornecido, em grande parte, pela fixação biológica, nota-se que o potássio é o elemento mais extraído pela planta, seguido pelo cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Devido ao fato do cálcio e o magnésio serem fornecidos, principalmente, pela calagem, resta atenção especial ao fósforo e ao potássio, macronutrientes diretamente envolvidos nas adubações de base da cultura.

2.1.1 Influência do fósforo na soja

O fósforo é um macronutriente importante e necessário para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Está associado a muitas funções metabólicas vitais

como: utilização de açúcares e amidos, fotossíntese, formação de núcleo e divisão de células e formação de gorduras e do endosperma, devendo estar presente em todas as células vivas. O fósforo é abundante no tecido meristemático de plantas jovens, sendo facilmente redistribuído dentro delas, podendo mover-se dos tecidos velhos para os novos, onde ocorre uma maior exigência fisiológica. Na maturidade das plantas, a maior quantidade do fósforo se transloca para as sementes. No caso da soja, a quantidade percentual de fósforo transferida para as sementes é cerca de 90% (MASCARENHAS; TANAKA; AMBROSANO, 1993).

A importância do fósforo está relacionada à sua função nas plantas como constituinte de compostos armazenadores de alta energia, como o trifosfato de adenosina (ATP). É utilizando dessa energia que a semente germina, a planta efetua fotossíntese, nutre as bactérias fixadoras do N_2 , absorvem de forma ativa os nutrientes do solo e sintetiza vários compostos orgânicos (CÂMARA, 2000; OLIVEIRA, 1996). Outros compostos que contêm fósforo são os derivados de inositol (fitinas), fosfolipídios e outros ésteres. As plantas absorvem o fósforo preferencialmente como ânion $H_2PO_4^-$ e em menor taxa como HPO_4^{2-} . Os primeiros compostos orgânicos formados com o fósforo dentro da planta são as fosfohexases e o difosfato de iridina, que são os precursores do ATP (MALAVOLTA, 1980).

Cordeiro (1977) mostrou que a extração do fósforo, medida pelo seu acúmulo nas folhas da soja, é relativamente lenta, até 52 dias após a emergência, onde está o ponto de inflexão da curva de absorção. Até então, as plantas tinham extraído 51,6% do total. O ponto máximo de acúmulo deu-se aos 82 dias. Esta curva é semelhante à de acúmulo da matéria seca: absorção lenta no início, aumentando rapidamente até o início do enchimento dos grãos. Segundo Malavolta et al. (1974), a taxa de absorção do fósforo é crescente até, aproximadamente, 40 a 50 dias, mantendo-se constante após esse período, tornando-se máxima no período de granação, atingindo em torno de $0,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ em condições normais.

Mascarenhas (1973), na fase de pré-floração da soja, obteve resultados que mostraram que a concentração de fósforo nas folhas e hastes foi de 0,39 e 0,17%, respectivamente. Na fase de floração, o autor encontrou concentrações de 0,31 e 0,17%, respectivamente. Já, na fase de granação, houve um decréscimo constante,

tanto nas folhas como nas hastes, havendo um aumento de concentração nas vagens e sementes.

Ventimiglia et al. (1999), com o objetivo de verificar o potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo, observaram que o potencial de rendimento, na média dos tratamentos, se todas as flores obtidas em R₂ alcançassem R₈, seria de 18 t ha⁻¹ e no que tange ao estágio R₅, se todas as vagens formadas continuassem evoluindo até R₈, esse potencial seria de 10 t ha⁻¹. Os autores concluíram ainda, que a deficiência de fósforo no solo diminui o potencial de rendimento da soja, já nos estádios reprodutivos iniciais, como o florescimento, pela menor produção de flores e maior aborto dessas estruturas e que o efeito dessa deficiência de fósforo continua a se manifestar na formação de menor quantidade de vagens e maior aborto de vagens, o que resulta na diminuição do potencial de rendimento e do rendimento real.

Segundo Almeida, Torrent e Barrón (2003), todas as práticas de manejo que visam manter ou incrementar os níveis de matéria orgânica no solo podem resultar em benefício no aproveitamento do fósforo pelas plantas.

Nos solos das regiões tropicais e subtropicais, a maior parte do fósforo encontra-se em formas pouco disponíveis às plantas, fator que, freqüentemente, tem limitado as produções agrícolas, fazendo com que as culturas nessas regiões sejam, praticamente, dependentes de adições de fertilizantes fosfatados. Segundo Martinez et al. (1993), duas têm sido as alternativas de manejo empregadas nas regiões de cerrado, caracterizadas pela pobreza generalizada em fósforo: empregar genótipos tolerantes a essas condições ou elevar a baixa fertilidade natural desses solos, pelo uso de corretivos e fertilizantes. Os autores comentam que, freqüentemente, tem-se trabalhado concomitantemente nas duas direções, ajustando-se, dentro de certos limites, o solo à planta e a planta ao solo.

A quantidade de fósforo disponível na solução do solo em um dado período depende do balanço entre as adições e perdas. Como praticamente não se tem o fósforo na forma gasosa, este não apresenta perdas ou adições através da atmosfera. Considera-se também, que a fixação seja um processo reversível, pois, com o passar do tempo, dependendo das condições do solo, parte dos fosfatos fixados podem tornar-se disponíveis (LOPES, 1989).

Silva et al. (2003), estudando as frações de fósforo em latossolos, concluíram que os solos cultivados apresentam menores teores de fósforo nas frações orgânicas, do que os não cultivados. Maria e Castro (1993), buscando os efeitos de sistemas de manejo sobre teores de fósforo disponíveis, concluíram que o teor de fósforo disponível no solo aumentou com a utilização do plantio direto na camada 0-5 cm, a partir do segundo ano de experimento e, já, no sétimo ano, na camada 5-10 cm.

Sfredo et al. (1996), após conduzir experimentos nas safras 1984/85 e 1985/86, na região de Balsas (MA), em solo de cerrado, verificaram que para solos com baixo teor de fósforo (entre 5,1 e 10,0 mg dm⁻³), a dose que proporcionou a produtividade mais econômica foi de 154 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅.

Mascarenhas et al. (1981a), após conduzirem vários experimentos no ano agrícola 1973/74, na região Norte e Nordeste do estado de São Paulo, sobre Latossolo Roxo distrófico e Latossolo Roxo eutrófico originalmente cobertos por vegetação de cerrado, onde foi semeada a soja após a cultura de milho, algodão, soja, e, também, em experimentos similares conduzidos em 1979/80, no vale do Paranapanema, sobre Latossolo Roxo eutrófico, onde também foi semeada a soja após trigo, citam que não foram obtidas respostas à adubação fosfatada e potássica. Assim, os mesmos recomendam que não há necessidade de adubação da soja com fósforo e potássio, quando esta for semeada em rotação após culturas adequadamente adubadas, diminuindo assim, sensivelmente, o custo de produção.

A partir dos dados obtidos por Raij e Mascarenhas (1975), verifica-se que as maiores produções de soja são obtidas quando o teor de fósforo do solo é igual ou superior a 7 mg dm⁻³. Acima de 7 mg dm⁻³ de fósforo solúvel no solo, os autores detectaram pequeno aumento de produção de soja devido à adubação.

2.1.2 Influência do potássio na soja

O potássio está relacionado ao metabolismo e formação de carboidratos, a quebra e translocação do amido, atuando sobre o metabolismo do nitrogênio e a síntese de proteína, controle e regulação da atividade de vários nutrientes, ativador de enzimas, promotor do crescimento de tecidos meristemáticos e ajuste da relação entre

o movimento estomatal e a água (MALAVOLTA, 1980). Este nutriente possui grande destaque na cultura da soja, pois ajuda na formação de nódulos, reduz a deiscência das vagens, aumenta o teor de óleo nas sementes e, também, beneficia sua germinação, vigor e qualidade, além de aumentar sua resistência ao fungo *Diaporthe phaseolorum sojæ*, causador da doença cancro da haste (MASCARENHAS et al., 1988a).

Depois do nitrogênio, o potássio é o segundo elemento mais absorvido pela cultura da soja (MASCARENHAS et al., 1988b; MASCARENHAS et al., 2004; ROSOLEM; MACHADO; RIBEIRO, 1988; VITTI; LUZ, 1998; YAMADA; BORKERT, 1992), sendo que para cada 1.000 kg de sementes produzidas são extraídos 20 kg de K_2O . Tanaka, Mascarenhas e Borkert (1993) obtiveram dados semelhantes, pois para uma produção média de 18.000 kg de matéria seca da parte aérea por hectare, a cultura extraiu 343 kg e exportou 58 kg de potássio pelos grãos. Isto implica a necessidade de se utilizar doses mais elevadas do que aquelas recomendadas nas diversas regiões produtoras do Brasil, onde são obtidas altas produtividades, através de novos cultivares de maior potencial genético. Essa observação é procedente quando se sabe que o potássio natural do solo ou o aplicado, além de exportado pelos grãos, é perdido por lixiviação e erosão.

O potássio é absorvido pela planta a partir da solução do solo ou diretamente do complexo coloidal. A absorção somente ocorre após o contato com a superfície da raiz, o qual pode ser estabelecido de três modos: interceptação radicular, fluxo de massa ou, principalmente, por difusão (MALAVOLTA, 1976). Segundo Sacramento e Rosolem (1997), a absorção de sais inorgânicos pelas raízes das plantas depende de processos metabólicos inerentes às mesmas e da disponibilidade dos sais no meio em que vivem.

Trabalhos com dinâmica de absorção de potássio pela soja indicam que a quase totalidade do elemento absorvido pela planta durante todo o ciclo ocorre entre o trigésimo e o sexagésimo dias após a semeadura (PETERSON; BARBER, 1981). Para Yamada (1993), estas altas taxas de absorção diária do potássio se estendem até o nonagésimo dias após a semeadura. Bataglia e Mascarenhas (1978) mostraram que existe uma maior exigência do nutriente no estágio de crescimento vegetativo, sendo máxima, a velocidade de absorção, no período de trinta a sessenta dias após a semeadura, na fase de pré-florescimento.

Uma pesquisa realizada por Mascarenhas (1973) revelou que no pré-florescimento, a concentração de potássio nas hastes e nas folhas foi de 2,90 e 2,16% respectivamente, enquanto que no florescimento foi de 2,58 e 1,83%, e no início da formação de vagens foi de 2,18 e 1,68%.

Plantas, como a soja, podem utilizar-se de formas de potássio não trocáveis, liberadas durante o ciclo da cultura (FERNANDES et al., 1993; MASCARENHAS et al., 1981b; ROSOLEM, 1997; ROSOLEM; BESSA; PEREIRA, 1993; ROSOLEM; MACHADO; RIBEIRO, 1988; ROSOLEM; NAKAGAWA, 1985; SCHERER, 1998a). Segundo Rosolem (1997), dependendo das características do solo, quando o teor de K trocável é menor que 1,2 a 1,4 mmol_c dm⁻³, a planta depende do K não trocável para sua nutrição, podendo haver prejuízo na produtividade, justificado pela liberação lenta dessas formas de potássio.

Sob condições de baixo teor de potássio no solo pode haver deficiência desse elemento nas folhas, sendo constatados sintomas como haste verde, retenção foliar e formação de frutos partenocárpicos na soja (MASCARENHAS et al., 2004), podendo, também, serem observadas plantas sem vagens no terço superior, vagens vazias e retorcidas (sem desenvolvimento de sementes), chochamento e mau pegamento de vagens nos racemos superiores (MASCARENHAS et al., 1988b), alto índice de acamamento de plantas, redução da qualidade de sementes e, conseqüentemente, redução na produtividade (YAMADA, 1993), menor desenvolvimento radicular (SACRAMENTO; ROSOLEM, 1997) e ataque severo de *Phomopsis* nas hastes e vagens em maturação (ITO et al., 1994). Segundo Mascarenhas et al. (2004), a maneira mais adequada de se evitar esta deficiência é a manutenção da relação de bases (Ca + Mg)/K entre 23 e 28, pois acima desses valores já se pode constatar deficiência de potássio.

Na maioria dos trabalhos de pesquisa não tem sido encontrada resposta à adubação potássica, fato este justificado pelos teores do nutriente se encontrarem em níveis médios ou altos no solo.

A partir dos dados obtidos por Raji e Mascarenhas (1975), verifica-se que as maiores produções de soja são obtidas quando o teor de potássio no solo é igual ou superior a 1,2 mmol_c dm⁻³. Acima desse teor de potássio trocável no solo, os autores

detectaram pequeno aumento de produção de soja devido à adubação. Mesmo quando os teores de potássio no solo estão abaixo do nível crítico de $1,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, as respostas são esporádicas à aplicação do elemento na soja (MASCARENHAS et al., 1971; MASCARENHAS et al., 1977).

Experimentos de longa duração, realizados nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, com o objetivo de avaliar o efeito direto e/ou residual de doses de potássio em soja, mostraram que as concentrações do nutriente diminuíram tanto no solo como nas folhas, somente ao longo dos cultivos, afetando negativamente a produtividade (BORKERT et al., 1997a; ROSOLEM; NAKAGAWA; MACHADO, 1984; SCHERER, 1998b; YAMADA; BORKERT, 1992;).

Borkert et al. (1997b), realizando trabalho em um Latossolo Roxo eutrófico, que apresentava teor inicial de potássio de $4,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, verificaram que somente após oito anos de cultivo de soja e trigo houve queda de rendimento de grãos na parcela testemunha, com o teor decrescendo para $0,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em outro experimento, Borkert et al. (1997c), trabalhando em um Latossolo Roxo álico, com teores de potássio trocável inicial de $3,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, constataram que houve uma limitação significativa da produtividade somente no segundo cultivo de soja e trigo na parcela testemunha, cuja disponibilidade de potássio era de $1,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Novo et al. (1997 e 2001), estudando o efeito do potássio sobre dois cultivares de soja cultivadas no outono-inverno, sob irrigação, não observaram respostas consistentes da soja à adubação potássica.

Pesek¹, 1968 apud Mascarenhas et al. (1977), para explicar a ausência de resposta da soja à adubação potássica sugeriu que as plantas, após aproveitarem o potássio disponível do solo, são capazes de explorar as reservas de potássio não solúvel. Braga et al.², 1976 apud Mascarenhas et al. (1977), em experimento realizado no Triângulo Mineiro, não obtiveram respostas na produção de soja perante a aplicação de potássio, em solos com baixo teor desse nutriente. A explicação dada foi que o extrator “North Carolina” retira do solo apenas o potássio disponível, mas não determina o potássio que poderia ser liberado durante o ciclo da cultura.

¹ PESEK, J. Potassium nutrition of soybeans and corn. In: KILMER, V.J.; YOUNTS, S.E.; BRADY, N.C. Eds. The role of potassium in agriculture. Madison, **Wis. American Soc. Agron.**, 1968, p. 447-468.

A resposta da soja à adubação potássica tem se mostrado dependente da relação $(Ca+Mg)/K$ trocável nos solos, alcançando as maiores produtividades quando seus valores encontram-se entre 22 e 31, independente do tipo de solo e do cultivar de soja (MASCARENHAS et al., 1987; 1988a e b; 2000) ou menores que 40 (ROSOLEM et al., 1992). Oliveira, Carmello e Mascarenhas (2001) afirmam que a relação $(Ca+Mg)/K$ trocável no solo constitui-se em um índice de elevada importância na avaliação da disponibilidade do potássio no solo para a cultura da soja, e que a recomendação de adubação potássica para esta cultura deve considerar a quantidade de calcário aplicada.

2.2 Influência da Fertilidade do Solo e da Adubação Fosfatada e Potássica na Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja

A qualidade da semente, caracterizada pelos aspectos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos, é importante para o processo de produção de qualquer espécie vegetal, influenciando o desenvolvimento da cultura. A qualidade fisiológica das sementes compreende um conjunto de atributos que indicam a capacidade da semente de desempenhar suas funções vitais, sendo caracterizada pelo poder germinativo, vigor e longevidade (FORNASIERI FILHO, 1992).

Os solos naturalmente férteis devem ser preferidos para a multiplicação de sementes, pois nestes se obtém não só as maiores produções, como também sementes de melhor qualidade. Entretanto, está se tornando cada vez mais difícil a escolha de tais locais, havendo necessidade da utilização de solos de fertilidade média, ou mesmo pobres, que devem ser adubados (SPINOLA; CÍCERO, 2002).

Delouche (1972) referindo-se à influência da fertilidade do solo sobre a qualidade das sementes relatou que, dentro de certos limites, as plantas têm a capacidade de compensar, no seu rendimento e ritmo reprodutivo, as diversas deficiências do meio ambiente, sendo o efeito mais pronunciado da baixa fertilidade, a menor produção, uma vez que as plantas compensam as deficiências ambientais reduzindo a quantidade e

² BRAGA, J.M.; FERRARI, R.A.R.; SEDIYAMA, C.; OLIVEIRA, L.M. Respostas do cultivar de soja Santa Rosa à aplicação de PK e calcário em Latossolos do Triângulo Mineiro. II – Correlação com análise química do solo. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. 1976. p. 289-293.

não a qualidade das sementes. Apesar disso, o autor referiu-se à existência de trabalhos que indicam efeitos negativos de deficiências nutricionais sobre a germinação e o potencial de armazenamento de sementes de diversas culturas.

Plantas bem nutridas reúnem condições de produzir maior quantidade de sementes, aliada a uma melhor qualidade, haja vista que terão condições de resistir mais facilmente às condições adversas que surjam no período de produção. A disponibilidade de nutrientes influi na formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como na composição química da semente e dessa forma no vigor e na qualidade da mesma (CARVALHO; NAKAGAWA, 1980; SÁ, 1990).

Dentre as características fisiológicas de uma semente, o vigor é uma das mais importantes, pois este pode afetar o estande da cultura e, também, a produção. O vigor das sementes é dependente de uma série de fatores, em particular do estado nutricional das plantas que as produziram. A adubação, desta forma, mesmo não afetando a produção de sementes poderia melhorar a qualidade destas (NAKAGAWA; ROSOLEM; MACHADO, 1980).

Uma adubação balanceada é imprescindível nos campos de produção de sementes, por influenciar a produção e a qualidade, e alterar o tamanho, a forma, o peso e a coloração, bem como evitar algumas anomalias no desenvolvimento das plântulas, manifestações mais comuns, decorrentes das deficiências de minerais (DELOUCHE, 1981).

Para o caso específico de produção de sementes de soja, não se encontra na bibliografia pesquisas mostrando que a adubação de campos de produção de sementes devem ser diferenciadas de campos para produção de grãos. O que se verifica através de uma boa revisão é que a condução de uma cultura utilizando uma boa tecnologia de produção empregando os métodos de recomendação de adubação para a produção de grãos para produzir sementes, é o suficiente para se obter sementes de boa qualidade, pois no geral, quando ocorre a deficiência de algum nutriente, a planta responde diminuindo a produtividade e mantendo a qualidade das sementes, característica esta herdada para a perpetuação da espécie. Confirmando esta posição, segundo Maeda, Lago e Tella (1986), a recomendação de fertilizantes para a implantação de culturas

destinadas à produção de sementes é geralmente semelhante àquela utilizada para a produção de grãos.

A planta bem nutrida está em condições de produzir mais sementes bem formadas. A exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando considerável quantidade de nutrientes – mormente fósforo e nitrogênio – são para estas translocados. Esta maior exigência se deve ao fato dos nutrientes serem necessários para a formação e desenvolvimento de novos órgãos, e como materiais de reserva a serem ali acumulados. A disponibilidade de nutrientes influi na boa formação do embrião e do órgão de reserva, assim como na sua composição química e, conseqüentemente, no metabolismo e no vigor da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Turkiewicz (1976), visando avaliar o efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja da variedade Paraná, concluiu que ambas afetaram a qualidade das sementes, onde tanto a ausência de calcário como a presença da dose mais elevada de fósforo, revelaram-se prejudiciais à germinação e ao vigor e que os testes realizados foram satisfatórios para avaliar a influência da calagem e da adubação fosfatada sobre a qualidade das sementes, porém, o teste de envelhecimento rápido foi o mais sensível para avaliar os efeitos do ambiente de conservação.

Antunes et al. (1979) com objetivo de estudar os efeitos da adubação fosfatada e da correção da acidez do solo sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de soja, verificaram que a obtenção de altas produções de sementes de soja com elevada qualidade fisiológica requer a correção da acidez do solo até a eliminação do alumínio trocável, bem como uma adubação fosfatada que eleve o teor de fósforo assimilável a cerca de 10 mg dm^{-3} .

No Rio Grande do Sul, Borba, Vianna e Popinigis (1980), analisaram sementes de três cultivares (Bragg, Davis e IAS-4), produzidas no primeiro ano de condução de um experimento de campo, com o objetivo de estudar a influência das aplicações de calcário (0; 0,5 e 1 SMP), fósforo (100, 200 e 300 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) e potássio (50, 100 e 150 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$) sob diferentes densidades populacionais (150.000, 300.000

e 450.000 plantas ha⁻¹), bem como de um retardamento na colheita, sobre a qualidade. Os autores concluíram que o fósforo influenciou positivamente no peso de matéria seca das sementes, mas isto não se refletiu na germinação e no vigor. Também foi verificado, que as doses de calcário influenciaram apenas na germinação, reduzindo-a, e as doses de potássio não influenciaram sobre nenhum dos parâmetros avaliados.

Borba, Vianna e Popinigis (1981), objetivando verificar o efeito da adubação e da umidade do solo sobre a qualidade das sementes oriundas de plantas de três cultivares de soja (Bragg, Davis e IAS-4), verificaram que a correção da acidez do solo, mesmo ao nível da metade da recomendação SMP (Método do tampão Shoemaker, McLean e Pratt), foi prejudicial à germinação das sementes produzidas pela cultivar Davis. Entretanto, a velocidade de emergência das sementes de todas as cultivares aumentou com o incremento das doses de calcário. Os autores verificaram, também, que as doses de fósforo e de potássio estudadas não resultaram em diferenças.

No Paraná, em um campo de produção de sementes de soja, Costa et al. (1983) estudaram, durante dois anos, o efeito de métodos de aplicação (a lanço e no sulco) de diferentes níveis de potássio (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de K₂O ha⁻¹) e concluíram que não houve diferenças significativas quanto à germinação, vigor (envelhecimento precoce), emergência em casa-de-vegetação e incidência de *Phomopsis* nas hastes e sementes.

Em trabalho apresentado por Vieira et al. (1987), os autores concluíram que a adubação da cultura da soja, com diferentes doses de fósforo e potássio, não afetou a germinação e o vigor, avaliado através do índice de velocidade de emergência, do teste de envelhecimento precoce e do peso de matéria seca de plântula. Apenas o vigor avaliado através da primeira contagem do teste de germinação aumentou significativamente com a elevação da dose até 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sofrendo uma pequena redução na dose de 320 kg ha⁻¹.

2.3 Adubação Antecipada de Fósforo e Potássio em Agroecossistemas

No Brasil, são poucas as pesquisas sobre a antecipação da adubação da soja para uma cultura anterior. Em trabalho de pesquisa realizado por Francisco (2002),

quanto ao acúmulo de matéria seca na soja, o mesmo verificou que os tratamentos não relacionados à adubação antecipada, ou seja, que receberam maior quantidade de P e K no sulco de semeadura da soja, não demonstraram melhor nutrição das plantas, o que poderia resultar em plantas com maior acúmulo de matéria seca, se comparadas com plantas submetidas aos tratamentos cuja adubação foi antecipada para o capim-pé-de-galinha. Como resultado, todos os tratamentos apresentaram a mesma curva de acúmulo de matéria seca, o que também demonstra que a antecipação da adubação não promoveu prejuízo às plantas de soja.

Esteves (2000), através de experimento realizado em um solo classificado como Nitossolo Vermelho distrófico, localizado na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu-SP, estudou os efeitos da antecipação da adubação com fósforo e potássio recomendada para a soja, adicionando tal adubação nas culturas de inverno (aveia preta e milho). O cultivar de soja utilizado foi o IAC-17 semeado sob o sistema de semeadura direta. O autor verificou ao término dos trabalhos que: com temperaturas médias mínimas de 15°C e máximas de 23°C, a aveia preta se desenvolveu mais que o milho, acumulando mais P e K; a degradação da palha da aveia preta foi mais rápida do que a do milho; após o dessecamento, o K acumulado nos adubos verdes foi liberado em mais de 90% no solo, em um período de 60 dias; utilizando a adubação fosfatada no cultivo de espécies durante o inverno, aumentou a disponibilidade de P para a cultura seguinte e que a soja acumulou maior quantidade de P e K; a produtividade da soja foi influenciada tanto pela adubação PK como pelas espécies de adubos verdes, e, que a adubação PK realizada na semeadura da soja proporcionou maior produtividade comparada à adubação PK na semeadura dos adubos verdes, apresentando um rendimento cerca de 65% mais elevado; a adubação PK realizada na semeadura da soja, proporcionou uma maior massa de 100 grãos com relação à aplicação da mesma na semeadura dos adubos verdes, tanto para a aveia preta, como para o milho.

Lantmann e Castro (2004), analisando os rendimentos de grãos de milho (safra 96/97), soja (safra 97/98), trigo (safra 98) e soja (safra 98/99), cultivados em sucessão após oito anos de fertilizantes aplicados para a sucessão soja/trigo, e respectiva concentração de P e K no solo, em Latossolo Roxo distrófico, observaram que os

melhores rendimentos da soja (3.147 kg ha^{-1} e 3.539 kg ha^{-1}) foram encontrados onde as concentrações de fósforo ($9,3 \text{ mg dm}^{-3}$) e de potássio ($2,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo não foram as mais altas, o que não ocorreu com o milho e o trigo, pois os melhores rendimentos ocorreram com as maiores concentrações de fósforo ($17,8 \text{ mg dm}^{-3}$) e de potássio ($4,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Os autores verificaram, também, que na safra 98/99, a soja com produção de 3.539 kg ha^{-1} foi obtida no tratamento que não recebeu adubação fosfatada ou potássica, diferentemente do observado para as culturas de milho e trigo, em que, os melhores rendimentos ocorreram quando ambos foram adubados.

2.4 *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. (Capim-Pé-de-Galinha)

A espécie *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. é conhecida na língua inglesa como “finger millet” - milheto em forma de dedo (Figura 1). Seu cultivo teve origem em Uganda, leste da África, aonde vem sendo cultivada há mais de 5.000 anos. Provavelmente, foi introduzida na Índia por volta de 3.000 anos atrás e, embora seja encontrada em muitos outros países tropicais, possui pouca importância fora da África e da Índia (ODELLE, 1994).



Figura 1 - “Finger Millet” - *Eleusine coracana*

No Brasil, vem sendo denominada capim-pé-de-galinha, porém, sem nenhuma relação com a planta daninha *Eleusine indica* (L.).

Segundo Babu et al. (2007) é um cereal amplamente cultivado em regiões áridas e semi-áridas do mundo, cujo grão, rico em proteína e cálcio, constitui-se em importante fonte de alimento para populações rurais de países tropicais em desenvolvimento, onde a deficiência de cálcio e a anemia apresentam-se como um grande problema.

Na Zâmbia, segundo Agrawal, Siame e Uprichard (1994), os grãos são utilizados na fabricação de cerveja e farinha, sendo que parte é comercializada para gerar renda e uma pequena escala para alimentar pássaros durante os meses de dezembro e janeiro, no intuito de prevenir danos às culturas em emergência. No Zimbábue, Mushonga, Muza e Dhliwayo (1994) citam que os grãos são utilizados na fabricação de farinha, ingrediente de pratos tradicionais como mingaus, na fabricação de cerveja e, também, na alimentação de aves, suínos, bovinos, ovinos e caprinos. Na Etiópia, Mulatu e Kebede (1994) descrevem que os grãos são utilizados na fabricação de cerveja, bebidas destiladas, pães e, também, na alimentação de animais, sendo que as principais regiões produtoras são dependentes da cultura pelo fato da mesma se desenvolver relativamente bem em anos secos e garantir alimento em tempo de escassez. Na China, segundo Li, Wu e Wang (1996), os grãos são utilizados em pratos como tortas e mingaus e na fabricação de cerveja, a planta é utilizada para silagem e feno, e os colmos na confecção de cestos e chapéus e, também, na fabricação de papel.

Em 2006, a produção mundial de grãos de milho foi de 31,8 milhões de toneladas proveniente de 32,9 milhões de hectares colhidos, resultando em uma produtividade média mundial de apenas 967 kg ha⁻¹. Desse volume mundial, 55,97% foram produzidos na África, com liderança da Nigéria, que produziu 24,24% do total mundial. A Ásia produziu 40,56%, com liderança da Índia, com 31,78% do volume mundial (FAO, 2008b).

No Brasil, a espécie *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. foi introduzida no ano de 1995, no estado de Mato Grosso, com interesse dos agricultores em utilizá-la como cultura formadora de palha. Atualmente, trata-se de uma gramínea melhorada pelo homem para ser utilizada como planta forrageira nas regiões da fronteira agrícola

brasileira (baixas latitudes) e que, recentemente, vem sendo utilizada como cultura formadora de palha para a semeadura direta da cultura da soja.

Segundo Francisco (2002), trata-se de uma espécie que pode ser recomendada para a formação de palhada em sistema de produção sob plantio direto, desde que implantada em solo com média a alta fertilidade. Apesar disso, não se encontram na bibliografia nacional, trabalhos científicos relacionados ao estudo agrobotânico desta espécie, sendo possível obter estas informações somente na bibliografia internacional.

Segundo Prasada Rao et al. (1994), a subespécie *coracana* inclui todos os cultivares de capim-pé-de-galinha cultivados, e as principais características agrobotânicas desta subespécie são: ser caracterizada como planta anual, entouceirada, ereta, ou com colmos ascendentes geniculados que podem alcançar até 1,65 m de altura, e algumas raízes saindo dos nós inferiores. Os colmos são comumente ramificados nos nós superiores para produzir inflorescências secundárias. As lâminas foliares são de lineares a lineares lanceoladas, medindo até 70 cm de comprimento e 2 cm de largura. As inflorescências são digitadas, freqüentemente com um ou mais racemos logo abaixo do cacho principal, possuindo de 4 a 19 ramificações. As ramificações das inflorescências são finas, ou encurvadas na ponta quando robustas, algumas vezes com ramificações secundárias. A forma da inflorescência é variável. As espiguetas possuem de 6 a 9 flores e comprimento variando de 6 a 10 mm, sobrepostas e, na maioria das vezes, arranjadas em duas longas fileiras ao longo de um dos lados da ráquis. As glumas são desiguais e mais curtas do que a espiguetas. Os grãos podem ser brancos, vermelhos, castanhos ou pretos, mais ou menos globosos, possuindo até 2 mm de diâmetro, com a superfície finamente estriada. O arranjo das ramificações é de forma digitada e pode se espalhar e se tornar reflexiva, ou pode ser ereta e encurvada, freqüentemente formando uma estrutura em forma de punho.

O *Eleusine coracana* é predominantemente auto polinizável. A subespécie *africana*, contudo, se cruza ocasionalmente com a subespécie *coracana* produzindo híbridos totalmente férteis. Os resultados desses cruzamentos são agressivos e colonizadores, e formam raças espontâneas. O banco de germoplasma de *Eleusine coracana* montado pela Unidade de Recursos Genéticos do International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) foi semeado em campos de

alfissolos do Centro ICRISAT, localizado em Patancheru, na Índia e estudado morfológicamente. Quatorze características quantitativas e doze qualitativas foram registradas para cada acesso. Os dados foram derivados de observações em pelo menos 10 plantas de cada acesso. As principais características das diferentes raças são descritas a seguir (PRASADA RAO et al., 1994):

- *Raça elongata*: esta raça é morfológicamente a mais distinta das cinco raças do capim-pé-de-galinha, sendo caracterizada por inflorescências ramificadas que são longas e finas, alcançando de 10 a 24 cm de comprimento, em forma digitada, se espalhando e curvando conforme se aproxima da maturidade. A sub-raça laxa tem os dedos longos e abertos com as espiguetas arranjadas em estreitas fileiras sobre as inflorescências ramificadas, assemelhando-se muito com a espécie selvagem *africana*. A sub-raça reclusa tem dedos curtos e abertos, sem encurvamento das ramificações dos mesmos. A sub-raça sparsa, também, tem dedos abertos, porém as espiguetas são arranjadas em forma de cachos nas ramificações das inflorescências com espaços nus entre as mesmas.

- *Raça plana*: esta raça é caracterizada por longas espiguetas (8 a 15 mm de comprimento), que são arranjadas em mais ou menos duas fileiras pares ao longo da ráquis, dando às ramificações das inflorescências uma aparência achatada. Na sub-raça seriata, as espiguetas são arranjadas em forma de série, dando uma típica aparência achatada. Na sub-raça confundere, os floretes férteis são numerosos e, na maturidade, quase envolvem a ráquis, dando desta maneira uma aparência compacta à panícula. A sub-raça grandigluma é caracterizada por longas glumas pontudas, que são muitas e mais longas que as espiguetas.

- *Raça compacta*: os membros desta raça são comumente chamados de capim-pé-de-galinha “crista de galo”, tanto na África como na Índia. As espiguetas são compostas de nove ou mais floretes, algumas vezes com o eixo da inflorescência dividido na base, ascendendo e encurvado na ponta para formar uma grande inflorescência em forma de punho.

- *Raça vulgaris*: este é o capim-pé-de-galinha comum da África e da Ásia. Quatro sub-raças são morfológicamente reconhecidas através da inflorescência. Membros destas sub-raças estão freqüentemente crescendo juntas na mesma plantação, mas

alguns agricultores as mantêm como diferentes raças. Na sub-raça liliaceae, as ramificações das inflorescências são encurvadas; na stellata, torcidas; na incurvata, estas são encurvadas, algumas vezes dando a aparência de um punho; e, na digitata, os dedos são encurvados nas pontas.

Quanto à composição química e o valor nutritivo do capim-pé-de-galinha, existem muitos estudos a respeito nos países produtores, devido a sua grande participação na dieta humana dos povos. Em média, cada 100 gramas de grãos a 12% de umidade, possui 7,7 g de proteína, 1,5 g de lipídio, 2,6 g de cinzas e 0,35 g de cálcio, além de 336 kcal.

Subba Rao et al. (1994) referenciam estudo realizado na Índia com 21 cultivares de *Eleusine coracana* L., onde foram determinados índices agronômicos e características morfológicas. Os autores destacam a variação de 450 a 6.010 kg ha⁻¹ para a produtividade de grãos, peso de caule variando de 1,0 a 8,6 g por planta e altura da planta variando de 0,57 a 1,17 m. Em outro estudo envolvendo 30 cultivares subdivididos em 3 grupos de maturação, observaram média de produtividade de 3.800, 4.900 e 5.500 kg ha⁻¹ e altura de planta de 0,89, 1,01 e 1,15 m para os materiais de ciclo precoce, médio e tardio, respectivamente. Dados de relevante importância, também, foram obtidos por Baniya et al. (1994), onde através da avaliação de 629 genótipos locais obtiveram uma média de produtividade de grãos variando de 100 a 7.080 kg ha⁻¹, altura de planta de 0,38 a 1,63 m, dias para florescimento de 64 a 125, dias para maturidade de 92 a 187 e peso de mil grãos de 0,83 a 3,97 gramas.

Rao, Rao e Rao (1989) obtiveram média de rendimento de grãos em seus experimentos com o capim-pé-de-galinha da ordem de 805 a 1.951 kg ha⁻¹, enquanto os de palha variaram de 1.736 a 4.196 kg ha⁻¹. Subba Rao et al. (1994) citam a obtenção de rendimento de palha da ordem de 11.050 a 12.480 kg ha⁻¹, e rendimento de grãos da ordem de 6.280 a 7.080 kg ha⁻¹, em experimentação com oito cultivares.

2.4.1 Aspectos nutricionais minerais do *Eleusine coracana* (L.) Gaertn.

Quanto à influência da adubação para o *Eleusine coracana* (L.) Gaertn., a bibliografia internacional, principalmente a indiana, é rica em informações e trabalhos

científicos a respeito dos efeitos da fertilização sobre o rendimento e a qualidade mineral do capim-pé-de-galinha.

Segundo Linge Gowda, Ashok e Chandrappa (1994), estudos mostram que o capim pé-de-galinha responde muito bem a moderadas doses de fertilizantes e que dentre os principais nutrientes, apresenta resposta muito pronunciada ao nitrogênio, que deve ser aplicado em duas vezes, ou seja, 50% no momento da semeadura e 50% seis semanas após a semeadura. Pesquisas realizadas em vários locais têm indicado resposta ao nitrogênio da ordem de 32,25 kg de grãos por kg de nitrogênio para uma dose moderada de 40 kg N ha⁻¹ e 15,5 kg de grãos por kg de nitrogênio na dose de 60 kg N ha⁻¹.

Subba Rao et al. (1994), em experimentação com 3 níveis de adubação NPK (00:00:00; 50:25:25; 100:50:50) e três cultivares, em sistema irrigado, obtiveram aumento significativo na média de produtividade de grãos, subindo de 2.100 kg ha⁻¹ sem adubação, para 4.150 kg ha⁻¹ com o maior nível de adubação, ocorrendo, também, um aumento na produção de forragem, de 5.190 kg para 10.730 kg. Em outro experimento envolvendo três cultivares e três níveis de adubação NPK (00:00:00; 25:20:12,5; 50:40:25) sem irrigação e (00:00:00; 50:25:25; 50:40:25) com irrigação, Subba Rao e Prabhu (1996), verificaram significativo acréscimo na produção de biomassa e altura de plantas do capim-pé-de-galinha com a aplicação de NPK, em relação a não adubação.

O nitrogênio é um dos elementos essenciais de maior demanda para a maioria das culturas, e para o *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. muitos estudos demonstram que a cultura responde muito bem à sua adição. Rao, Rao e Rao (1989) analisando a resposta de 3 cultivares de *Eleusine coracana* L. Gaertn. sob quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 20, 40 e 60 kg N ha⁻¹), verificaram resposta significativa para o rendimento de grãos, altura de planta, número de perfilhos por planta, peso de mil grãos e sobre a produção de biomassa do capim-pé-de-galinha.

Subba Rao et al. (1994) em um estudo com oito cultivares e três níveis de nitrogênio (50, 75 e 100 kg ha⁻¹), em sistema não irrigado, observaram que houve diferenças significativas entre variedades e níveis de adubação nitrogenada para produtividade de grãos e de matéria seca, obtendo média de produtividade de grãos de

6.280, 6.880 e 7.080 kg ha⁻¹ para os respectivos níveis de adubação, e produção de matéria seca de 11.050, 12.120 e 12.480 kg ha⁻¹, respectivamente.

Quanto à época de aplicação do nitrogênio, Rao et al. (1991) observaram que, quando a dose da adubação nitrogenada era dividida em três subdoses, obtinha-se substancial aumento no rendimento de grãos, provavelmente, devido ao fato da terceira subdose coincidir com o período de máxima absorção, ou seja, início do florescimento, demonstrando assim, haver influência não só da quantidade da adubação nitrogenada, como da sua época de aplicação. Neste estudo, os autores observaram que a dose econômica foi de 50,2 kg N ha⁻¹ para uma produtividade de grãos de 2.795 kg ha⁻¹, obtendo uma resposta de 21,99 kg grãos por kg de nitrogênio adicionado.

Para o fósforo, um dos nutrientes mais importantes para a nutrição mineral de plantas, pesquisas demonstraram que a resposta do *Eleusine coracana* tem sido moderada. Durante dois anos de experimentação, Pilane et al. (1997) verificaram que após a aplicação de doses crescentes de nitrogênio (25; 50; 75 e 100 kg ha⁻¹) e fósforo (12,5; 25; 37,5 e 50 kg ha⁻¹) na cultura do capim-pé-de-galinha, houve aumento dos caracteres produtivos, como peso de panícula, peso de grãos por panícula e rendimento. Os mesmos verificaram ter havido aumento no primeiro ano para doses de até 50 e 25 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente, provavelmente devido à inadequada quantidade de chuvas. Já no segundo ano, houve resposta para doses de 100 kg ha⁻¹ de N e 50 kg ha⁻¹ de P.

Segundo Mnyenyembe (1994), a adição do nitrogênio e do fósforo na cultura do capim-pé-de-galinha, aumenta significativamente a produtividade de grãos. O autor comenta que a interação de nitrogênio e fósforo foi significativa em vários locais e que a dose ideal de nitrogênio e fósforo a ser aplicada no capim-pé-de-galinha é de 40 a 60 kg N ha⁻¹ e de 30 a 50 kg P₂O₅ ha⁻¹.

Para Linge Gowda, Ashok e Chandrappa (1994), o capim-pé-de-galinha responde moderadamente à aplicação de fósforo, obtendo resultados de 16,3 kg e 14,7 kg de grão por kg de P₂O₅, com doses aplicadas de 30 e 60 kg ha⁻¹, respectivamente. Os autores comentam que a recomendação geral é de 50:40:25 kg NPK ha⁻¹ para cultivos não irrigados e 100:50:50 kg NPK ha⁻¹ para cultivos irrigados e que todo o P₂O₅ e K₂O recomendado deve ser aplicado na semeadura, e que somente o nitrogênio deve

ser aplicado em duas doses, 50% na semeadura e 50% seis semanas após a semeadura. Já, para o potássio, observaram que a resposta do capim-pé-de-galinha para a aplicação do nutriente foi mais baixa e alcançou entre 6 e 9 kg de grãos por kg de K_2O na dose de 60 kg ha^{-1} .

Segundo Mnyenyembe (1994), no Malawi, o capim-pé-de-galinha não tem respondido à aplicação de potássio, sendo esta ausência de resposta devida, provavelmente, ao fato de a maioria dos solos desses locais não serem deficientes em relação a esse nutriente. Comprovação semelhante foi feita por Sherchan e Baniya (1994), os quais relatam que a resposta do capim-pé-de-galinha para a aplicação do potássio tem sido insignificante. Para a aplicação de fósforo, os autores observaram que a resposta tem sido favorável até a dose de $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$.

Mathan (1995) montou um experimento com objetivo de avaliar o efeito direto de magnésio, potássio e cálcio na produtividade do capim-pé-de-galinha. O experimento foi montado em vasos, utilizando um solo ácido com duas doses de cálcio (0 e $16.800 \text{ kg ha}^{-1}$), duas de potássio (0 e 100 kg ha^{-1}) e quatro de magnésio (0 , 50 , 100 e 150 kg ha^{-1}). O autor verificou que o efeito de interação de $Mg \times K$ foi significativo, sendo que na dose zero de potássio, houve aumento na produtividade de grãos com a aplicação de magnésio, não ocorrendo resposta significativa quando utilizou a dose de 100 kg ha^{-1} de potássio, ou seja, não houve resposta para a aplicação de magnésio.

2.4.2 Pesquisa agrônômica nacional envolvendo o capim-pé-de-galinha

No Brasil, até o momento, são poucos os estudos envolvendo o capim-pé-de-galinha, devendo-se principalmente, ao fato do pouco tempo de introdução dessa espécie no País e do pouco conhecimento da espécie no meio científico.

Braga, Christoffoleti e López Ovejero (2002) com o objetivo de comparar diferentes sistemas de manejo de plantio direto na cultura de soja através da análise da incidência de plantas daninhas e rendimento da cultura e o potencial de *Eleusine coracana* como infestante na cultura da soja e cultivos subseqüentes, instalaram um experimento no município de Piracicaba-SP. Os autores concluíram que: durante o desenvolvimento dos adubos verdes houve uma inibição significativa da emergência e

desenvolvimento das plantas daninhas, quando comparado com a testemunha; as operações de manejo dos adubos verdes não tiveram efeito diferencial sobre a palhada deixada na superfície do solo; a infestação de plantas daninhas na cultura da soja foi significativamente reduzida pela presença da palhada dos adubos verdes e que *Eleusine coracana* pode ser uma alternativa interessante para ser utilizada no sistema de plantio direto.

Correia e Durigan (2006), em condições de campo e em região originalmente de cerrado, localizada em Uberlândia-MG, estudaram os efeitos de resíduos vegetais, incluindo *Eleusine coracana*, associados a herbicidas residuais (diclosulam e imazaquin) aplicados em pré-emergência, no desenvolvimento da cultura da soja, em dois anos agrícolas, 2003/2004 e 2004/2005, observaram que no segundo ano agrícola, as plantas de soja crescidas sobre cobertura de *Eleusine coracana* e capim braquiária obtiveram maior produtividade de grãos, acúmulo de massa e altura de plantas.

Francisco, Câmara e Segatelli (2007) estudando a extração de nutrientes do capim pé-de-galinha com a antecipação da adubação da soja, observaram que o capim extraiu do solo em média (kg t^{-1} de matéria seca) 19,8; 1,5; 22,5; 7,1; 3,2 e 2,5 de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e constataram a seguinte ordem decrescente da média de macronutrientes extraídos pela cultura do capim pé-de-galinha em kg ha^{-1} : K (109,5) > N (93,4) > Ca (34,7) > Mg (15,75) > S (11,6) > P (7,7). Nesse trabalho concluiu-se que, com a aplicação da adubação antecipada da soja sobre o capim-pé-de-galinha, o acúmulo dos nutrientes aumentou na matéria seca desta espécie.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Época

O presente trabalho foi conduzido em sistema de semeadura direta da soja sobre a palhada do capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*), na Estação Experimental Anhembi, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), no município de Piracicaba - SP, localizada na bacia de acumulação de Barra Bonita, com 460 metros de altitude, e coordenadas 22° 50' 25" de latitude Sul e 48° 01' 65" de longitude Oeste.

Em condições de campo, o experimento foi conduzido durante os anos agrícolas 2001/2002 (ano 1), 2002/2003 (ano 2) e 2003/2004 (ano 3), com a semeadura do capim-pé-de-galinha, respectivamente, nos dias 06/09/2001, 23/09/2002 e 14/08/2003 e dessecação, respectivamente, nos dias 21/11/2001, 30/11/2002 e 20/10/2003. A semeadura da soja foi realizada no dia 06/12/2001, 12/12/2002 e 11/12/2003 e a colheita realizada no dia 12/04/2002, 14/04/2003 e 17/04/2004, respectivamente para os anos 1, 2 e 3.

3.2 Solo e Adubação

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999), profundo, com boa drenagem e textura pouco argilosa, contendo 200 g kg⁻¹ de argila total, 80 g kg⁻¹ de silte e 720 g kg⁻¹ de areia. As características químicas desse solo foram determinadas, no Laboratório de Análises Químicas de Solo do Departamento de Ciência do Solo da USP/ESALQ, a partir da amostragem do mesmo (Tabelas 1 e 2).

A recomendação de adubação de base da cultura de soja, constituída de fósforo e potássio, foi fundamentada na fertilidade do solo, revelada pela análise química, e na produtividade do cultivar, estimada para 3.000 a 3.400 kg ha⁻¹, seguindo recomendação de Mascarenhas e Tanaka (1996). O nitrogênio foi fornecido pelo sistema natural da fixação biológica, de acordo com recomendação de Câmara (2000), a partir da

inoculação das sementes com inoculante turfoso, na dose correspondente ao mínimo de 320.000 células de bradirrizóbios por semente, no primeiro ano e 160.000 células de bradirrizóbios nos demais anos. Durante o desenvolvimento da cultura, os micronutrientes foram fornecidos por meio de pulverização foliar, para que as plantas de soja não fossem submetidas a nenhuma deficiência nutricional.

Tabela 1 - Composição química do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm

| Prof. ¹ (cm) | pH (CaCl ₂) | M.O. (g dm ⁻³) | P (mg dm ⁻³) | S (mg dm ⁻³) | K (mmol _c dm ⁻³) | Ca (mmol _c dm ⁻³) | Mg (mmol _c dm ⁻³) | Al (mmol _c dm ⁻³) | H+Al (mmol _c dm ⁻³) | SB (mmol _c dm ⁻³) | T (mmol _c dm ⁻³) | V (%) | m (%) |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|---|---|---|---|---|--|----------|----------|
| 0-20 | 5,4 | 31 | 6 | 19 | 1,9 | 22 | 15 | 1 | 22 | 38,9 | 60,9 | 64 | 3 |
| 20-40 | 3,9 | 21 | 4 | 32 | 1,2 | 9 | 6 | 12 | 47 | 16,2 | 63,2 | 26 | 43 |
| 40-60 | 4,5 | 16 | 3 | 35 | 0,9 | 6 | 3 | 16 | 42 | 9,9 | 51,9 | 19 | 62 |

¹Prof. = profundidade de amostragem.

Tabela 2 - Teores de micronutrientes do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm

| Prof. ¹ (cm) | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|----------------------------|--------------------------------|-----|----|-----|-----|
| |mg dm ⁻³ | | | | |
| 0-20 | - | 0,8 | 88 | 4,4 | 0,9 |
| 20-40 | - | 2,2 | 47 | 0,4 | 2,8 |
| 40-60 | - | 1,1 | 35 | 0,6 | 1,1 |

¹Prof. = profundidade de amostragem.

Segundo os resultados da análise química do solo (Tabela 1), não se fez necessário efetuar a calagem para a implantação do experimento. Para o pleno desenvolvimento e formação de palhada pela cultura do capim-pé-de-galinha, foi aplicado nitrogênio em área total na dose equivalente a 30 kg ha⁻¹. Com relação ao micronutriente boro, este se encontra com teores tão reduzidos no solo que não foi detectado pela análise química (Tabela 2).

Na tentativa de minimizar uma possível interferência da elevada saturação por alumínio em sub-superfície, utilizou-se o gesso agrícola antes da implantação do experimento, somente no primeiro ano, na dose de 500 kg ha⁻¹.

Com a finalidade de formação de palhada, o capim-pé-de-galinha foi irrigado sempre que necessário.

3.3 Cultivares

Com relação ao capim-pé-de-galinha, foi utilizado o cultivar “ANSB Pé-de-galinha 5352”, pertencente à espécie *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. Quanto à soja, foi utilizado o cultivar BRS-133, que tem apresentado excelentes níveis de produtividade nas regiões agrícolas do estado de São Paulo, cujas principais características são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 - Características agrônômicas do cultivar de soja BRS-133

| CARACTERÍSTICAS | BRS-133 |
|----------------------------------|--------------------------|
| Procedência | EMBRAPA |
| Genealogia | Ft-Abyara x BR 83-147 |
| Ciclo (dias) | 120 a 130 |
| Ciclo (classificação) | Semi Precoce |
| Altura de planta (cm) | 82 |
| Habito de crescimento | Determinado |
| Cor da flor | Branca |
| Cor da Pubescência | Marron |
| Cor do tegumento | Amarelo |
| Acamamento | Resistente |
| Época de semeadura recomendada | 15/Outubro a 15/Dezembro |
| REAÇÃO A PRAGAS E DOENÇAS | |
| Cancro da haste | Resistente |
| Pústula bacteriana | Resistente |
| Oídio | Moderadamente suscetível |
| Mosaico comum | Resistente |
| Mancha olho-de-rã | Resistente |
| Crestamento bacteriano | Moderadamente resistente |

Fonte: Embrapa (2000).

3.4 Delineamento e Tratamentos Experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 12 tratamentos (níveis de antecipação da adubação) com três repetições. Dimensionou-se a parcela experimental de forma a obter dezoito linhas de soja espaçadas de 0,5 m, com 12,0 m de comprimento, totalizando uma área de 108,0 m².

A adubação de base da cultura da soja foi antecipada parcial e totalmente na semeadura do capim-pé-de-galinha (Tabela 4).

Tabela 4 - Tratamentos experimentais relativos à adubação antecipada da cultura da soja na cultura do capim-pé-de-galinha

| TRATAMENTOS | CAPIM | SOJA | TOTAL |
|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| T1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K |
| T2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K ¹ |
| T11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ |
| T12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 90 P + 50 K ¹ |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: boro, cobre, zinco, manganês, molibdênio e cobalto.

Algumas observações são necessárias para a compreensão dos tratamentos apresentados na tabela 4. A adubação total refere-se à adubação recomendada para a cultura da soja, segundo recomendação de Mascarenhas e Tanaka (1996), considerando-se a fertilidade do solo e a produtividade estimada para o cultivar utilizado (3.000 a 3.400 kg ha⁻¹), que correspondeu a 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando-se como fontes o superfosfato triplo e o cloreto de potássio, respectivamente. Também foi realizada a aplicação via foliar dos micronutrientes cobalto e molibdênio, na dose de 150 mL ha⁻¹ do produto comercial (Co: 3,83 g ha⁻¹; Mo: 38,25 g ha⁻¹), além de

boro, cobre, manganês e zinco na dose de 4 litros ha^{-1} (dividida em duas aplicações, nos estádios fenológicos V_5 e V_9 , respectivamente) do produto comercial (B: 25,20 g ha^{-1} ; Cu: 25,20 g ha^{-1} ; Mn: 151,20 g ha^{-1} ; Zn: 252,00 g ha^{-1}). A adubação total recomendada foi adicionada em todos os tratamentos, com exceção do tratamento controle ou testemunha (T_1). O experimento foi implantado no mesmo local durante os três anos agrícolas, seguindo-se sempre a distribuição dos tratamentos realizada durante o primeiro ano.

Os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F aplicado à análise de variância foram analisados pelo Teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade.

3.5 Instalação e Condução do Experimento

Uma vez preparado o solo, foi realizada a adubação das parcelas referentes aos tratamentos adubados. A adubação foi efetuada a lanço, de forma manual, sendo, posteriormente, semeado o capim-pé-de-galinha em área total, através do distribuidor pendular de sementes (Figuras 2 e 3). Logo em seguida, utilizou-se de uma gradagem com grade niveladora fechada com a finalidade de incorporar a semente e o fertilizante ao solo.

Para obter uma melhor distribuição da semente na área, foi misturada areia grossa e seca à mesma, na proporção de 20 litros de areia grossa para cada 1,0 kg de sementes, facilitando a regulagem do equipamento.

A irrigação foi realizada sempre que necessário, de acordo com as condições climáticas e de umidade do solo, com lâmina estimada de 30 mm.

Próximo aos 70 dias após a semeadura do capim-pé-de-galinha foi realizada uma amostragem das plantas, para fins de avaliação da produção de matéria seca da parte aérea (Figuras 4 a 7). Após a amostragem, o capim-pé-de-galinha foi dessecado quimicamente, por meio de pulverização, em área total, do herbicida sistêmico glifosato, na dose equivalente a 2,4 kg ha^{-1} do ingrediente ativo com vazão de calda de 300 L ha^{-1} (Figuras 8 e 9).

Os tratamentos relativos à adubação parcial do sistema tiveram a respectiva adubação complementada por ocasião da semeadura da soja, conforme demonstrado na tabela 4.

Nos tratamentos que receberam a adubação na semeadura da soja, a operação foi realizada manualmente, aplicando-se o fertilizante dentro do sulco aberto pela própria semeadora-adubadora de parcelas, à profundidade de aproximadamente 10 cm, antes da semeadura, com fechamento posterior desses sulcos.

Previamente à semeadura direta da cultura da soja, as sementes foram tratadas com fungicida Carboxin + Thiram, na dose do produto comercial equivalente a 0,3 L 100 kg⁻¹ de sementes, que foram inoculadas em seguida. Imediatamente após a inoculação das sementes foi realizada a semeadura direta da soja, utilizando-se uma semeadora-adubadora de parcelas, cujos componentes distribuidores foram espaçados entre si a 0,5 metro. A semeadura da soja foi realizada na profundidade de 3 a 4 cm, sempre respeitando o alinhamento do sulco onde foi efetuada a adubação, distribuindo-se as sementes em quantidade para a obtenção de estande inicial de 20 a 22 plantas metro⁻¹, correspondente à população inicial de 400.000 a 440.000 plantas ha⁻¹ (Figuras 10 a 13).

Uma vez instalado o experimento, os tratos culturais aplicados às parcelas foram os mesmos aplicados à cultura da soja, com o manejo químico das plantas daninhas (Figura 18), pragas e doenças, conforme levantamento de campo realizado para estes elementos bióticos. Assim, o monitoramento da população das principais pragas da soja (lagartas desfolhadoras e complexo de percevejos) foi efetuado pela técnica do “pano de batida”, adotando-se como critério para dano econômico, a presença de, no máximo, dois percevejos e 40 lagartas (maiores que 1,5 cm), em média, por ocasião das amostragens (PANIZZI, 1990).

Definido o momento da maturidade a campo (Figura 21), as plantas da área útil de cada parcela (seis linhas de 10 metros), foram colhidas com colhedora de parcelas. Em seguida foram etiquetadas e encaminhadas para laboratório para as determinações pertinentes.

3.6 Monitoramento de Elementos de Clima

As épocas de instalação do experimento corresponderam aos meses de agosto e setembro para a semeadura do capim-pé-de-galinha. Para a cultura da soja, as épocas corresponderam à primeira quinzena de dezembro de cada ano, épocas estas consideradas normais para a instalação da cultura da soja no estado de São Paulo. Para avaliação da precipitação pluvial, foi instalado um pluviômetro (162,86 cm² de área) junto à área experimental.

3.7 Características Avaliadas

3.7.1 Produção de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha

Quando o capim-pé-de-galinha atingiu o ponto de dessecação, foi retirada, de cada parcela, todas as plantas presentes em uma amostra de 0,5 m², as quais foram cortadas a 5 cm do solo e, posteriormente, encaminhadas para laboratório para o procedimento de secagem artificial até a obtenção de massa constante. A secagem foi realizada, de acordo com o método descrito por Boareto et al. (1999), em estufa com circulação forçada de ar quente a 70°C, até a massa ficar constante, prevista para ser atingida após 72 horas de secagem contínua. O resultado foi transformado em produtividade agrícola de matéria seca da parte aérea, expressa em kg ha⁻¹.

3.7.2 Parâmetros relativos à pré-colheita da soja

3.7.2.1 Estande final de plantas de soja

O estande final foi determinado no estágio R₉, por meio da contagem direta do número de plantas nas linhas úteis de cada parcela.

3.7.2.2 Altura final de planta

Como altura final de planta foi considerada a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal. Essa variável foi determinada em 10 plantas ao acaso por parcela.

3.7.2.3 Grau de acamamento da soja

O grau de acamamento foi avaliado por notas visuais seguindo-se a escala de 1 a 5, onde o valor 1 correspondeu à ausência de acamamento e o valor 5 ao acamamento total de plantas na parcela.

3.7.3 Parâmetros relativos aos componentes da produção de soja

Refere-se à determinação do número de ramificações, vagens e de sementes por planta. Atingido o estágio R₉, foram coletadas 10 plantas de soja da área útil de cada parcela, cujas vagens foram retiradas e contadas para: determinação do número total de vagens por planta, número de vagens chochas, número de vagens de três cavidades e três sementes, número de vagens de três cavidades e duas sementes, número de vagens de três cavidades e uma semente, número de vagens de duas cavidades e duas sementes, número de vagens de duas cavidades e uma semente e número de vagens de uma cavidade e uma semente. Em seguida, as vagens foram debulhadas manualmente para a contagem do número total de sementes por planta, obtendo-se o número médio de sementes por planta e por vagem e para determinação do peso de sementes por planta.

3.7.4 Massa de 1000 sementes

Para determinação da massa de 1000 sementes, foram separadas oito sub-amostras de 100 sementes por parcela, cujas massas foram determinadas em balança com sensibilidade de centésimos de grama, sendo tais procedimentos efetuados

segundo as prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.7.5 Produtividade agrícola de soja

Atingido o ponto de colheita, a mesma foi realizada com colhedora de parcelas, colhendo-se as plantas da área útil de cada parcela (6 linhas de 10 metros de comprimento). Posteriormente, as sementes foram limpas e acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao Laboratório de Apoio à Pesquisa em Produção Vegetal da USP/ESALQ, para determinação da umidade e da massa produzida por parcela. Posteriormente, o valor obtido foi transformado em kg ha^{-1} com correção de umidade a 13%.

3.7.6 Avaliação da qualidade de sementes de soja

3.7.6.1 Determinação do grau de umidade

Foi efetuada em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada parcela.

3.7.6.2 Teste de germinação

O teste padrão de germinação foi efetuado segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As sementes utilizadas não foram beneficiadas para retirada de sementes pequenas e ou danificadas mecanicamente. As mesmas foram semeadas em rolos de papel “germitest” umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, e colocadas para germinar em germinador regulado à temperatura de 25°C . As avaliações foram realizadas aos quatro e aos sete dias após a semeadura, e os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais por parcela.

3.7.6.3 Teste de envelhecimento acelerado

As sementes foram colocadas em caixas plásticas “gerbox” funcionando como compartimento individual (mini-câmara). Cada caixa possui em seu interior uma bandeja de tela de aço inox, onde foi distribuída uma quantidade de sementes suficientes para formar uma única camada; no fundo de cada mini-câmara foram colocados 40 mL de água, e foram mantidas em câmara de envelhecimento a 41°C, durante 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Decorrido este período, as sementes foram colocadas para germinar seguindo-se os procedimentos descritos no subitem 3.7.6.2. A avaliação foi realizada aos quatro dias após a semeadura, determinando-se a porcentagem média de plântulas normais por parcela.

3.7.6.4 Teste de emergência de plântulas em areia

O teste foi conduzido em caixas plásticas (47 x 30 x 11 cm) contendo uma camada de areia de aproximadamente 7 cm. Foram semeadas 4 sub amostras de 50 sementes para cada parcela, totalizando 200 sementes por parcela, de forma que para cada caixa plástica foram semeadas 4 sub amostras de 50 sementes. Em seguida, as sementes foram cobertas com uma camada de areia de, aproximadamente, 3 cm de espessura. O umedecimento da areia foi feito através do ajuste da disponibilidade de água para 60% da capacidade de retenção.

As caixas foram mantidas em condições ambiente e após sete dias, determinou-se a porcentagem média de emergência de plântulas normais para cada parcela.



Figura 2 - Solo preparado para a semeadura do capim-pé-de-galinha.



Figura 3 - Semeadura do capim-pé-de-galinha, já realizada.



Figura 4 - Desenvolvimento do capim-pé-de-galinha.



Figura 5 - Vista geral da área experimental: capim-pé-de-galinha.



Figura 6 - Ponto de dessecação do capim-pé-de-galinha.



Figura 7 - Inflorescência do capim-pé-de-galinha.



Figura 8 - Operação de dessecação do capim-pé-de-galinha.



Figura 9 - Capim-pé-de-galinha após 7 dias da dessecação.



Figura 10 - Semeadura da soja.



Figura 11 - Operação de semeadura da soja.



Figura 12 - Detalhe do mecanismo de semeadura de uma linha de soja.



Figura 13 - Detalhe da lateral do mecanismo de semeadura de uma linha de soja.



Figura 14 - Desenvolvimento inicial da soja.



Figura 15 - Detalhe do estande inicial da soja.



Figura 16 - Desenvolvimento vegetativo da soja.



Figura 17 - Detalhe do desenvolvimento vegetativo da soja.



Figura 18 - Operação de aplicação de herbicida pré-emergente na soja.



Figura 19 - Vista geral da área: soja em fase reprodutiva.



Figura 20 - Soja em fase reprodutiva com detalhe para os restos culturais do capim-pé-de-galinha.



Figura 21 - Soja na fase de pré-colheita.

4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E A TEMPERATURA MÉDIA DO AR DURANTE O PERÍODO DE EXPERIMENTAÇÃO

A soja é uma cultura sensível tanto ao excesso, como à escassez de umidade, nas diferentes etapas do seu ciclo. Entretanto, devido às características do desenvolvimento de seu sistema radicular e ao período prolongado de florescimento, apresenta maior resistência a curtos períodos de estiagem, quando comparada a outras espécies cultivadas. Regiões com precipitações médias anuais de 700 a 1.200 mm, com boa distribuição (500 a 700 mm) durante o ciclo das plantas, são consideradas aptas para a cultura (CÂMARA; HEIFFIG, 2000).

Quanto à temperatura, esta exerce influência sobre todas as fases fenológicas da planta. A faixa térmica mais apropriada para o desenvolvimento da cultura situa-se entre 600°C e 2.400°C. Total este obtido através da soma diária das temperaturas médias superiores a 15°C (temperatura base inferior), durante todo o ciclo vegetativo. Com relação à aptidão térmica regional, considera-se que uma determinada região não é recomendada para a cultura da soja, quando a temperatura média do mês mais quente for menor que 20°C (BERLATO, 1981).

O conhecimento da evolução dos principais elementos do clima é importante para as pesquisas de campo, pois os mesmos interferem diretamente no desenvolvimento das plantas.

Os valores totais de precipitação pluvial e os valores médios de temperatura média diária do ar, registrados por decêndios mensais para a Estação Experimental Anhembi, durante os períodos de experimentação 2001/02, 2002/03 e 2003/04 são apresentados para as culturas do capim-pé-de-galinha (Figura 22) e da soja (Figuras 23 e 24).

Para a elaboração dessas figuras utilizaram-se os dados de precipitação, obtidos a partir da coleta diária do volume de chuva captado em um pluviômetro instalado junto à área experimental, e de temperatura média diária do ar, registrados pela Estação Meteorológica Automática do Departamento de Ciências Exatas, da USP/ESALQ, em Piracicaba-SP, acrescidos de 0,5°C, devido a diferença de altitude (-100 m).

Como período de experimentação relativo ao capim-pé-de-galinha, considerou-se desde o primeiro decêndio correspondente à data de semeadura até o momento de sua dessecação; e como período de experimentação da soja, desde o primeiro decêndio correspondente à data de semeadura até o ponto de maturidade a campo das plantas (estádio R₉).

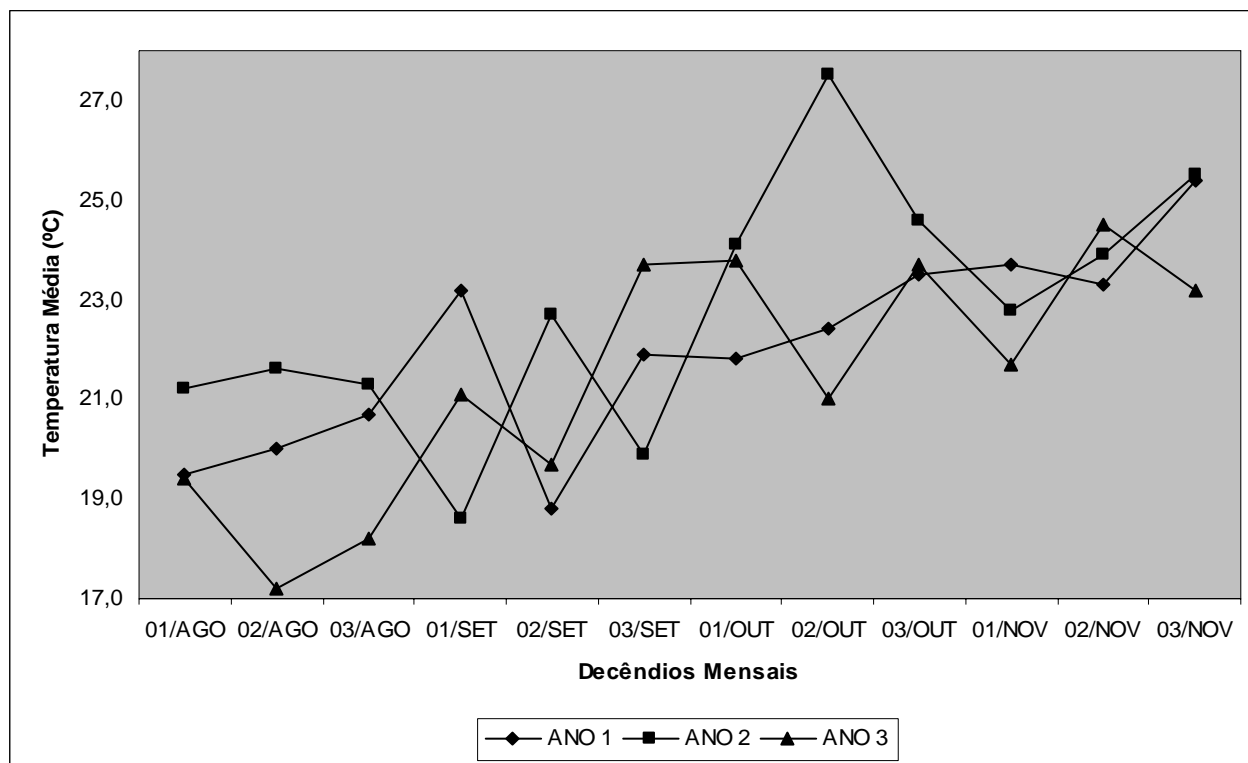


Figura 22 - Valores registrados para temperatura média do ar por decêndio, durante os períodos compreendidos entre os meses de agosto e novembro dos anos 2001, 2002 e 2003, relativos ao cultivo do capim-pé-de-galinha

Em relação à cultura do capim-pé-de-galinha, no primeiro ano de experimentação (76 dias), compreendido entre a semeadura (06/09/2001) e a dessecação (21/11/2001), a somatória da temperatura média totalizou 1.696°C. No segundo ano de experimentação (68 dias), compreendido entre a semeadura (23/09/2002) e a dessecação (30/11/2002), a somatória da temperatura média totalizou 1.666°C. No terceiro ano de experimentação (67 dias), compreendido entre a semeadura (14/08/2003) e a dessecação (20/10/2003), a somatória da temperatura média totalizou 1.398°C (Figura 22).

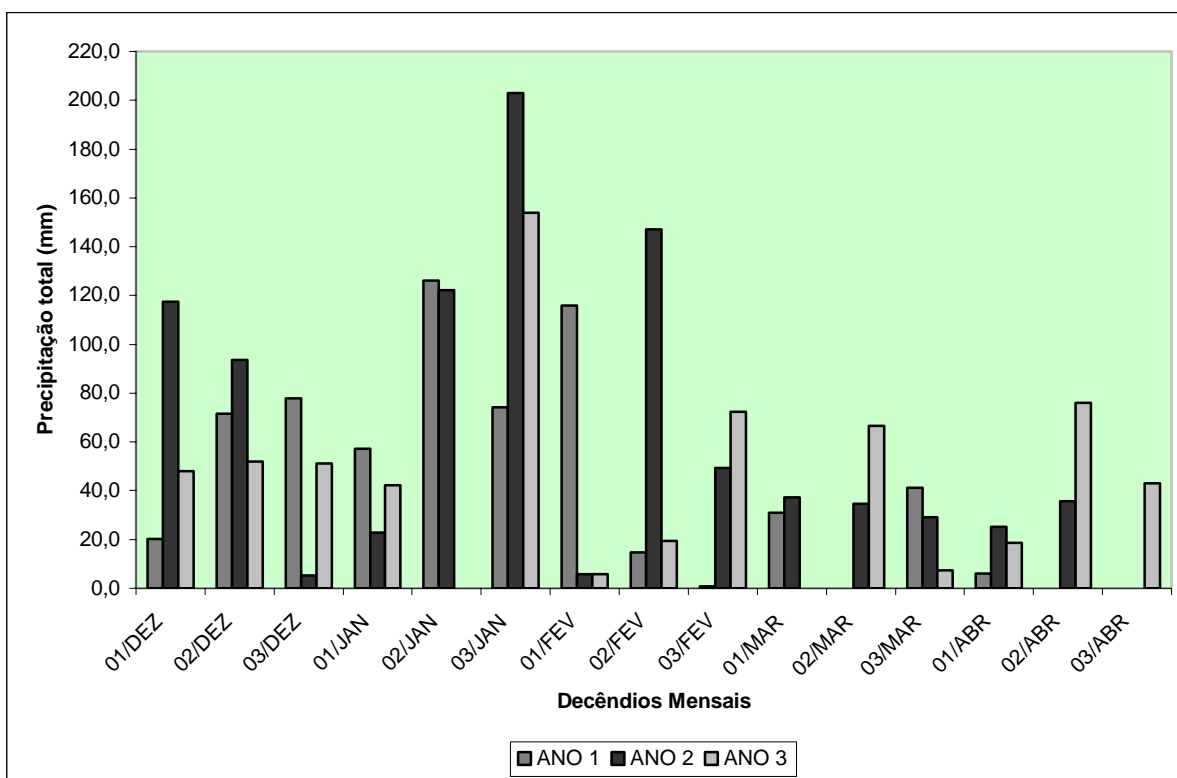


Figura 23 - Valores registrados para precipitação total (mm) por decêndio, durante os períodos compreendidos entre os meses de dezembro e abril dos anos 2001, 2002 e 2003, relativos ao cultivo da soja

Em relação à cultura da soja, registrou-se um volume de chuvas de 637 mm no primeiro ano de experimentação, relativamente bem distribuídos ao longo dos 127 dias de ciclo do cultivar BRS-133 (semeadura a R₉). No segundo ano de experimentação, registrou-se o volume total de 775 mm ao longo dos 123 dias, já, no terceiro ano de experimentação registrou-se o volume total de 519 mm ao longo dos 128 dias (Figura 23).

É importante salientar que no ciclo cultural da soja, houve complementação de água através da irrigação nos períodos onde ocorreram veranicos superiores a 10 dias, utilizando uma lâmina estimada de 30 mm.

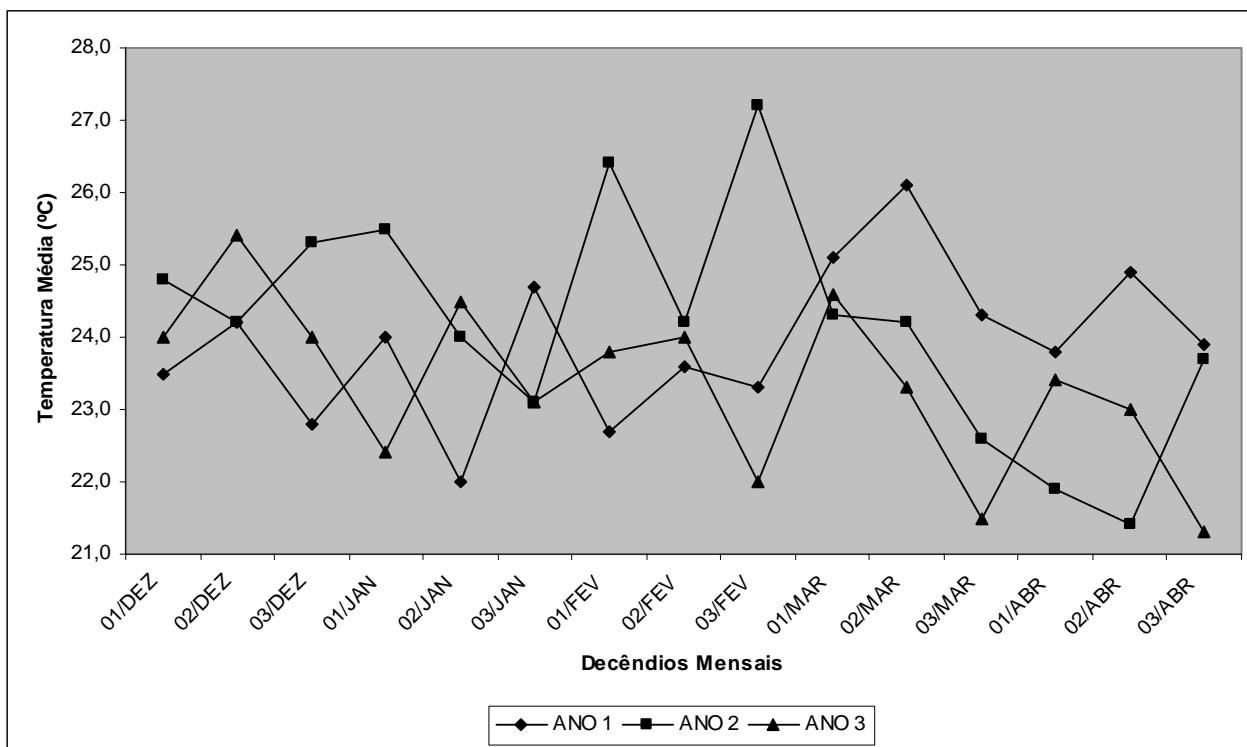


Figura 24 - Valores registrados para temperatura média do ar por decêndio, durante os períodos compreendidos entre os meses de dezembro e abril dos anos 2001, 2002 e 2003, relativos ao cultivo da soja

Considerando-se a temperatura basal de 15°C para a soja (BERLATO, 1981), os somatórios calóricos relativos aos períodos de experimentação dos anos 1, 2 e 3, durante o ciclo cultural da soja (semeadura a R₉) corresponderam, respectivamente, a 1.077°C, 1.081°C e 1.021°C.

Analisando-se os três anos de experimentação, conduzidos na Estação Experimental Anhembi, constata-se que não ocorreram limitações de natureza climática (precipitação e temperatura) para o crescimento das plantas e expressão do potencial de produtividade do cultivar BRS-133.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Produtividade de Matéria Seca da Parte Aérea do Capim-Pé-de-Galinha

Na tabela 5, encontram-se os valores observados para a produtividade de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha dos três anos de experimentação.

No primeiro e segundo anos de experimentação, nota-se que não houve diferença estatística entre as médias dos diferentes tratamentos, mostrando que a antecipação da adubação da soja para o capim-pé-de-galinha não trouxe incremento significativo para a produção de matéria seca pelo mesmo.

No terceiro ano de experimentação, observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo o tratamento 11 (máximo nível de antecipação), o mais produtivo, divergindo estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 12. Também, para os tratamentos 9 e 10, foram obtidos bons níveis de produtividade de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha, sendo os mesmos, estatisticamente superiores em relação aos tratamentos 1 e 2.

Analisando-se a média dos três anos de experimentação, observa-se que o tratamento 11 (máximo nível de antecipação) foi o que se destacou com a maior produtividade de matéria seca (7.156 kg ha^{-1}), divergindo estatisticamente dos tratamentos 1, 2 e 12, indicando que com a antecipação da adubação fosfatada e potássica recomendada para a cultura da soja, a produção de matéria seca do capim-pé-de-galinha pode ser incrementada.

É importante salientar que no tratamento 1, onde não foi efetuada nenhuma adubação fosfatada, potássica e com micronutrientes, a produtividade de matéria seca do capim-pé-de-galinha no terceiro ano de experimentação foi significativamente prejudicada, o que pode ser explicado possivelmente pelo fato da diminuição no teor dos nutrientes no solo, uma vez que nos dois anos anteriores ocorreu a exportação de nutrientes pelas sementes de soja, além da possível lixiviação de alguns nutrientes, como o potássio, por exemplo.

Tabela 5 - Valores médios para a produção de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha (kg ha⁻¹) no momento da dessecação nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------|-------------------------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 3.488 | 7.428 | 2.103 | d ³ 4.339 c ³ |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 4.886 | 8.397 | 3.750 | c 5.678 bc |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 4.800 | 8.282 | 4.353 | bc 5.812 ab |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 5.142 | 9.080 | 4.747 | bc 6.323 ab |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 4.777 | 9.796 | 4.921 | bc 6.498 ab |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 5.210 | 8.978 | 4.410 | bc 6.200 ab |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 5.554 | 9.280 | 4.672 | bc 6.502 ab |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 4.967 | 8.658 | 4.799 | bc 6.141 ab |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 5.310 | 9.865 | 5.294 | ab 6.823 ab |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 6.375 | 8.421 | 5.055 | ab 6.617 ab |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 6.015 | 9.202 | 6.251 | a 7.156 a |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 3.848 | 7.880 | 4.607 | bc 5.445 bc |
| Média | | | 5.031 | 8.772 | 4.580 | 6.128 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | * | * |
| C.V. (%) | | | 22,15 | 11,57 | 9,23 | 14,75 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na implantação do sistema de semeadura direta, o cultivo de espécies com a propriedade de produzir elevada quantidade de fitomassa é importante para a continuidade da eficiência do sistema. Denardin e Kochhann (1993), Darolt (1998) e Corrêa, Durigan e Melo (2007) consideram que para a boa eficiência do sistema de semeadura direta, as plantas de cobertura devem apresentar produtividade agrícola de resíduos vegetais em patamares próximos a 6.000 kg ha⁻¹. No presente trabalho de pesquisa, após três anos de experimentação de campo, constata-se que o capim-pé-de-

galinha atende satisfatoriamente a tal requisito, com média geral de produtividade agrícola de matéria seca da ordem de 6.100 kg ha^{-1} .

Inúmeros experimentos com o objetivo de avaliar a produtividade de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha foram realizados e são encontrados na bibliografia internacional, sendo a indiana a mais rica. Destes experimentos, a maioria relata médias de produtividade de matéria seca da parte aérea variando de 1.000 a 6.000 kg ha^{-1} . Rao, Rao e Rao (1989) obtiveram produtividade média de matéria seca da parte aérea de seis cultivares de capim-pé-de-galinha na ordem de 3.000 kg ha^{-1} . Rao, Raju e Rao (1990) e Rao et al. (1991) obtiveram resultados de produtividade de matéria seca do capim-pé-de-galinha com médias próximas a 5.000 kg ha^{-1} . Resultados semelhantes também foram obtidos por Pilane et al. (1997), que obtiveram de 2.400 a 5.000 kg ha^{-1} de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha. Reddy et al. (1986) e Maitra et al. (1997) quantificaram médias variando de 1.500 a 3.000 kg ha^{-1} de matéria seca nos experimentos envolvendo o capim-pé-de-galinha.

Produtividades mais elevadas de matéria seca de capim-pé-de-galinha também são relatadas. Singh e Arya (1997) quantificaram produtividades de matéria seca do capim-pé-de-galinha variando de 5.800 a 9.500 kg ha^{-1} . Subba Rao et al. (1994), estudando oito cultivares de capim-pé-de-galinha, obtiveram produção média de $12.000 \text{ kg ha}^{-1}$ de matéria seca. Subba Rao e Prabhu (1996) obtiveram produtividade de biomassa do capim-pé-de-galinha variando de 6.000 a $16.000 \text{ kg ha}^{-1}$. Estes dados apresentam-se semelhantes aos observados, por Carvalho et al. (2004), com milheto, que obteve produtividade de matéria seca da parte aérea variando de 9.600 a $14.200 \text{ kg ha}^{-1}$.

Comparando os resultados de produtividade de matéria seca da parte aérea do capim-pé-de-galinha obtidos neste experimento com os obtidos em outros países, nota-se que as médias de produtividade são bastante positivas, pois um fator poderia ser mais bem explorado, ou seja, o fato de poder dessecar o capim mais tardiamente ou explorar o mesmo como cultivo de outono-inverno, favorecendo a produção de um volume de matéria seca ainda maior.

5.2 Estande Final de Planta

Na tabela 6 encontram-se os valores médios relativos ao estande final de planta. Analisando-se estes dados, observa-se que não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos nos três anos de experimentação, revelando com isso, que os tratamentos aplicados não interferiram com esta variável.

Tabela 6 - Valores médios para estande final da soja (plantas por metro) nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 20 | 18 | 14 | 17 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 21 | 17 | 13 | 17 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 19 | 16 | 13 | 16 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 21 | 16 | 13 | 17 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 19 | 16 | 14 | 16 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 19 | 17 | 14 | 17 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 20 | 19 | 14 | 18 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 21 | 18 | 14 | 18 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 18 | 18 | 13 | 16 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 20 | 16 | 14 | 17 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 18 | 18 | 13 | 16 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 21 | 19 | 14 | 18 |
| Média | | | 20 | 17 | 14 | 17 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 9,86 | 9,65 | 5,56 | 9,16 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância.

Outrossim, esta uniformidade de estande certifica que as operações de instalação e condução dos experimentos ocorreram dentro dos padrões planejados e

esperados, mesmo nos tratamentos onde houve grande produção de palha pelo capim-pé-de-galinha, o que dificultou muito a operação de semeadura da soja, principalmente no ano 2.

Numericamente, nota-se uma pequena redução nas médias da maioria dos tratamentos no ano 2, sendo esta redução mais pronunciada no ano 3, o que pode ser justificado pela formação de crosta superficial do solo no momento da emergência da cultura da soja, devido a ocorrência de chuva de forte intensidade (48 mm), no dia posterior à semeadura, fazendo com que ocorresse esta redução no estande.

Comparando as médias dos três anos de experimentação, observa-se que também não houve diferença estatística entre as mesmas. A uniformidade do estande de soja está muito bem ilustrada pelas figuras 14 a 17, 19 e 20.

A uniformidade do estabelecimento e do estande de plantas de soja também foi observada por Carvalho et al. (2004), que através da avaliação da soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado, concluíram que o sistema de semeadura direta proporcionou melhor estabelecimento das plantas, com melhor uniformidade de estande, o que foi justificado pelos autores ser devido, provavelmente, ao fato de, nesse sistema, a palha remanescente sobre a área promover maior proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva, durante o período que antecede a emergência das plantas, evitando a formação de uma crosta superficial, já que nos dois anos de experimento houve precipitações maiores que 60 mm dia⁻¹. Este efeito pode ser, ainda, devido à cobertura vegetal inerente a esse sistema de cultivo, promovendo menor perda de água e menores variações de temperatura do solo, favorecendo o estabelecimento da cultura (BORTOLUZZI; ELTZ, 2000).

5.3 Altura Final de Planta

Na tabela 7 observam-se os dados da altura final de planta de soja. Nota-se que não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos nos três anos de experimentação, revelando, assim, que a antecipação da adubação de base da soja para o capim-pé-de-galinha não prejudicou a altura de planta da soja, embora

numericamente fique evidenciada a inferioridade na altura de planta, principalmente nos anos 1 e 2, para o tratamento 1 (controle), tratamento este para o qual não foi adicionada nenhuma adubação ao longo da experimentação.

Tabela 7 - Valores médios de altura final de planta (cm) na pré-colheita da soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 75 | 68 | 73 | 72,1 b ³ |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 76 | 76 | 78 | 76,5 ab |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 78 | 81 | 79 | 79,0 a |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 77 | 79 | 80 | 78,4 a |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 79 | 75 | 78 | 77,7 ab |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 79 | 75 | 78 | 77,1 ab |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 77 | 76 | 77 | 76,4 ab |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 77 | 76 | 79 | 77,2 ab |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 76 | 80 | 77 | 78,0 ab |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 79 | 77 | 78 | 77,8 ab |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 76 | 77 | 75 | 75,9 ab |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 74 | 76 | 77 | 75,3 ab |
| Média | | | 77 | 76 | 77 | 77 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² | * |
| C.V. (%) | | | 4,13 | 5,25 | 5,25 | 4,88 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quando comparadas as médias dos três anos de experimentação, nota-se que para o tratamento controle (tratamento 1) obteve-se altura final de planta estatisticamente menor comparado aos tratamentos 3 e 4.

A altura de planta, juntamente, com a inserção da primeira vagem são fatores que exercem grande influência nas perdas, na pureza das sementes e no processo da colheita mecanizada da soja. Pelo que se observa na tabela 7, a antecipação da adubação da soja para o capim-pé-de-galinha não afetou a altura das plantas de soja. Dados semelhantes também foram obtidos por Carvalho et al. (2004), que observaram que a altura de planta de soja não foi afetada pelos diversos adubos verdes. Quando a cultura associa a ocorrência de uma boa altura de planta e altura de inserção da primeira vagem com a ausência de acamamento, a mesma oferece inúmeras vantagens na colheita, sendo fatores desejados pelo setor sojícola.

Neste experimento, nota-se que a altura de planta atingiu patamares ideais para a colheita mecânica da cultura, atingindo altura média de 77 cm ao longo das três safras agrícolas.

5.4 Grau de Acamamento

Analisando os dados da tabela 8, nota-se que não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos no ano 1. Nos anos 2 e 3 houve diferença estatística entre os tratamentos.

No ano 2, ocorreu maior acamamento nos tratamentos 3, 4 e 8 comparados com os tratamentos 1 (controle), 6 e 10, ficando evidenciado menor acamamento de planta de soja no tratamento 1 (controle), onde não houve nenhuma adição de fertilizantes durante o período de experimentação. No ano 3, também, ocorreu um menor acamamento de planta no tratamento 1 (controle), que diferiu estatisticamente dos tratamentos 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11 e 12.

Salienta-se que a ocorrência de acamamento em plantas de soja é um fator indesejado na cultura, e pelo que se observa através dos dados, a adubação antecipada não influenciou esta variável de forma a prejudicar ou beneficiar a mesma. O acamamento é citado por Cooper (1971) como um dos principais fatores limitantes à obtenção de altos rendimentos em virtude de expor folhas velhas, menos eficientes fotossinteticamente, enquanto folhas novas ficam sombreadas devido a redução da

altura da comunidade de plantas, diminuindo a penetração da luz e a atividade fotossintética.

Tabela 8 - Valores médios para acamamento de planta de soja no momento da pré-colheita nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 1,33 A ⁴ | 1,00 c ³ A ⁴ | 1,00 b ³ A ⁴ | 1,11 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 3,33 A | 2,67 ab A | 2,00 ab A | 2,67 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 2,67 A | 3,33 a A | 2,67 a A | 2,89 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 2,67 A | 3,33 a A | 2,00 ab A | 2,67 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 2,67 A | 3,00 ab A | 2,67 a A | 2,78 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 3,00 A | 2,00 bc A | 2,67 a A | 2,56 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 3,00 A | 3,00 ab A | 2,00 ab A | 2,67 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 2,33 A | 3,33 a A | 3,00 a A | 2,89 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 3,00 A | 3,00 ab A | 2,67 a A | 2,89 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 2,67 A | 2,00 bc A | 2,67 a A | 2,44 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 2,67 A | 3,00 ab A | 2,33 a A | 2,67 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 3,00 A | 2,67 ab A | 2,33 a A | 2,67 |
| Média | | | 2,69 | 2,69 | 2,33 | 2,57 |
| Teste F | | | n.s. ² | * | * | |
| C.V. (%) | | | 25,37 | 14,33 | 17,09 | 19,75 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Obs. Embora a interação ano x tratamento seja significativa, não foi detectado diferença nas médias de nenhum tratamento ao longo dos três anos pelo teste de Tukey a 5%.

5.5 Número de Ramificações por Planta

Na tabela 9 encontram-se os valores médios para o número de ramificações por planta. Observando-se estes dados, nota-se que não houve influência da antecipação

da adubação sobre o número de ramificações na soja nos três anos de experimentação. As médias dos tratamentos dos três anos, também, não divergiram estatisticamente.

Tabela 9 - Valores médios para o número de ramificações por planta da soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 5,8 | 3,1 | 3,2 | 4,1 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 5,7 | 3,2 | 3,1 | 4,0 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 5,7 | 3,9 | 3,3 | 4,3 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 5,9 | 3,0 | 3,1 | 4,0 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 5,8 | 3,5 | 3,1 | 4,1 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 6,0 | 3,4 | 3,3 | 4,3 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 6,2 | 3,4 | 2,5 | 4,0 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 6,4 | 3,0 | 3,1 | 4,1 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 6,1 | 3,2 | 2,9 | 4,1 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 6,3 | 3,3 | 2,5 | 4,1 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 5,9 | 3,2 | 2,9 | 4,0 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 6,4 | 3,6 | 2,7 | 4,2 |
| Média | | | 6,0 | 3,3 | 3,0 | 4,1 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 10,97 | 14,27 | 12,10 | 12,51 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância.

A uniformidade do estande, discutida no subitem 5.2 explica, também, a uniformidade do número de ramificações, pois a soja é uma cultura que apresenta elevada plasticidade. Assim, na ocorrência de deficiência de estande, a planta de soja compensa-a, aumentando o número de ramificações e, conseqüentemente, o número de vagens e sementes. No caso contrário, quando ocorre excesso de estande, a

mesma reduz o número de ramificações e, por conseqüência, o número de vagens e sementes, compensando assim na produtividade final (YUSUF; SIEMENS; BULLOCK, 1999).

5.6 Número de Vagens Chochas por Planta

Na tabela 10 encontram-se os valores médios para o número de vagens chochas por planta. Verifica-se que não houve diferença estatística entre as médias dos diferentes tratamentos nos três anos de experimentação.

Com relação à média dos tratamentos dos três anos, nota-se que o tratamento 1 (controle) diferiu estatisticamente dos tratamentos 3, 4, 5, 8, 9 e 12, apresentando menor número de vagens chochas por planta.

A soja, assim como outras leguminosas, têm o potencial de produzir grande número de flores, dentre as quais a maioria não chega a transformar-se em vagens. Estas por sua vez, não alcançam a colheita, em virtude da ocorrência de aborto, que ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento. Segundo Marchezan (1982), um grande número de fatores participam e interagem para determinar o rendimento da cultura da soja, dentre os quais cabem ser destacados, os climáticos e os de manejo da cultura. No caso da soja, mesmo nas melhores condições de cultivo ocorre aborto de flores e de vagens.

Com o objetivo de avaliar o potencial de produtividade da soja nos seus diferentes estádios reprodutivos, Ventimiglia et al. (1999) obtiveram resultados nas médias dos tratamentos, alcançando potencial de rendimento em R₂ de 18.000 kg ha⁻¹, em R₅ de 10.000 kg ha⁻¹ e em R₈ de 4.600 kg ha⁻¹. Sendo assim, verifica-se que do estádio reprodutivo R₂ até R₈, muitas flores e vagens são abortadas e ficam caídas no campo.

De forma geral, esta variável é difícil de ser quantificada dentro de todo o ciclo reprodutivo, devido ao fato do período reprodutivo se estender por muitos dias. Com base neste experimento, esta quantificação foi realizada somente com as vagens persistentes nas plantas até à pré-colheita (estádio R₉), não sendo quantificada as vagens chochas abortadas ao longo de todo o período reprodutivo, que se

desprenderam das plantas e permaneceram no campo, razão pela qual, explica-se a baixa média do número de vagens chochas por planta encontrada entre os diferentes tratamentos ao longo dos três anos de experimentação.

Tabela 10 - Valores médios para o número de vagens chochas por planta da soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 3,1 | 1,5 | 2,5 | 2,4 b ³ |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 3,8 | 2,1 | 3,5 | 3,2 ab |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 4,8 | 2,0 | 4,6 | 3,8 a |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 5,9 | 2,2 | 4,5 | 4,2 a |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 5,3 | 1,9 | 4,4 | 3,9 a |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 4,2 | 1,7 | 4,2 | 3,4 ab |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 4,1 | 1,6 | 3,9 | 3,2 ab |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 5,3 | 2,0 | 4,0 | 3,8 a |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 4,9 | 2,4 | 4,8 | 4,1a |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 4,2 | 1,8 | 3,3 | 3,1 ab |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 4,1 | 2,4 | 3,3 | 3,3 ab |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 5,1 | 2,5 | 3,9 | 3,9 a |
| Média | | | 4,6 | 2,0 | 3,9 | 3,5 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² | * |
| C.V. (%) | | | 20,47 | 30,06 | 23,77 | 23,95 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

5.7 Número de Vagens de 3 Cavidades com 3 Sementes

Na tabela 11 encontram-se os valores médios para o número de vagens de três cavidades e três sementes.

Tabela 11 - Valores médios para o número de vagens por planta da soja com 3 cavidades e 3 sementes nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 17,6 b ³ A ⁴ | 12,8 A ⁴ | 10,5 A ⁴ | 13,6 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 22,9 ab A | 18,0 AB | 11,4 B | 17,4 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 17,2 b A | 19,3 A | 13,0 A | 16,5 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 21,0 ab A | 15,3 AB | 11,3 B | 15,9 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 21,2 ab A | 18,8 A | 10,9 B | 17,0 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 21,9 ab A | 15,7 AB | 12,4 B | 16,7 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 22,8 ab A | 18,5 A | 10,7 B | 17,3 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 23,8 a A | 16,2 B | 12,1 B | 17,4 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 22,8 ab A | 21,0 A | 10,8 B | 18,2 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 26,1 a A | 17,0 B | 11,0 B | 18,0 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 20,9 ab A | 17,8 AB | 11,4 B | 16,7 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 20,5 ab A | 17,3 AB | 11,4 B | 16,4 |
| Média | | | 21,6 | 17,3 | 11,4 | 16,8 |
| Teste F | | | * | n.s. ² | n.s. ² | |
| C.V. (%) | | | 9,67 | 15,17 | 15,03 | 12,97 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O número de vagens por planta, o número de sementes por vagem e o peso médio de sementes constituem os componentes da produção por planta. Na ausência de limitações ao crescimento, cada cultivar tende a expressar ao máximo o seu potencial fenotípico de alta produtividade, geralmente, através de grande quantidade de vagens, sendo estas bem granadas. Em condições favoráveis, o limite dessa expressão de produtividade passa a ser regulado pela competição interna entre os componentes

da produção da planta, onde, normalmente, observa-se a formação de sementes menores e, portanto, individualmente mais leves.

No ano 1, nota-se que, em comparação ao tratamento controle (tratamento 1) e à antecipação parcial de 25 kg de K_2O por hectare para o capim-pé-de-galinha (tratamento 3), a antecipação total e exclusiva da adubação fosfatada (tratamento 8) e a antecipação total das adubações fosfatada e potássica (tratamento 10), aumentaram significativamente o número de vagens por planta com três cavidades contendo três sementes. Para os anos 2 e 3 não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Analisando-se as médias dos tratamentos ao longo dos três anos de experimentação, nota-se que os tratamentos 1 (controle) e 3 (antecipação da metade da adubação potássica) obtiveram médias semelhantes. Os tratamentos 2 (adubação tradicional da soja), 4 (antecipação total da adubação potássica), 6 (antecipação da metade da adubação fosfatada e potássica), 11 (antecipação total da adubação tradicional da soja) e 12 (antecipação da adubação foliar com micronutrientes) obtiveram resultados superiores no ano 1 em comparação aos obtidos no ano 3 e os tratamentos 8 (antecipação total da adubação fosfatada) e 10 (antecipação total da adubação fosfatada e potássica) obtiveram resultados superiores no ano 1 comparados aos anos 2 e 3.

Numericamente, a média de produção de vagens de três cavidades e três sementes dos três anos dos tratamentos adubados (tratamentos 2 a 12) comportaram-se de forma semelhante. Cabe ressaltar, que o tratamento 1 apresentou média inferior aos demais tratamentos, o que pode ser justificado pela ausência de adubação ao longo dos três anos de experimentação.

5.8 Número de Vagens de 3 Cavidades com 2 Sementes

Na tabela 12 são apresentados os valores médios para o número de vagens de soja de três cavidades contendo duas sementes.

No ano 1 e 2, nota-se que não houve diferença de produção de vagens de três cavidades com 2 sementes entre os diferentes tratamentos, não havendo assim, influência da antecipação da adubação fosfatada e potássica.

No ano 3, verifica-se que o tratamento 1 (controle), apresentou média de produção de vagens de três cavidades e duas sementes superior, diferindo estatisticamente dos tratamentos 7 (antecipação de metade da adubação fosfatada e de toda a adubação potássica) e 10 (antecipação integral da adubação fosfatada e potássica), que apresentaram médias inferiores. Cabe ressaltar, que o ideal é que a planta apresente vagens sem abortamento de sementes, ou seja, todas as cavidades das vagens preenchidas com sementes.

Tabela 12 - Valores médios para o número de vagens por planta da soja com 3 cavidades e 2 sementes nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 8,0 | 6,6 | 6,2 a ³ | 6,9 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 6,8 | 5,3 | 4,5 ab | 5,5 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 7,2 | 5,8 | 5,8 ab | 6,3 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 8,4 | 4,3 | 4,3 ab | 5,6 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 7,4 | 4,6 | 4,7 ab | 5,6 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 8,8 | 4,6 | 4,8 ab | 6,1 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 9,0 | 4,3 | 3,4 b | 5,6 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 8,1 | 4,4 | 5,0 ab | 5,8 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 9,4 | 6,6 | 4,5 ab | 6,8 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 8,2 | 4,3 | 3,5 b | 5,3 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 8,4 | 4,4 | 4,6 ab | 5,8 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 8,4 | 5,2 | 4,3 ab | 6,0 |
| Média | | | 8,2 | 5,0 | 4,6 | 5,9 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | * | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 18,42 | 19,64 | 18,52 | 19,37 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para a média geral dos três anos, nota-se que todos os tratamentos se comportaram de forma semelhante, não havendo diferença estatística entre eles.

5.9 Número de Vagens de 3 Cavidades com 1 Semente

Na tabela 13 encontram-se os valores médios para o número de vagens por planta de três cavidades e uma semente.

Tabela 13 - Valores médios para o número de vagens por planta da soja com 3 cavidades e 1 semente nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,4 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 3,2 | 1,2 | 2,1 | 2,2 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 2,8 | 2,1 | 2,7 | 2,5 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 3,2 | 1,5 | 2,9 | 2,5 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 3,3 | 1,8 | 3,1 | 2,7 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 3,6 | 1,7 | 2,2 | 2,5 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 3,4 | 1,3 | 2,0 | 2,2 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 3,6 | 1,5 | 2,5 | 2,5 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 3,3 | 2,1 | 2,3 | 2,6 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 3,8 | 1,5 | 2,0 | 2,4 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 4,2 | 2,3 | 3,1 | 3,2 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 3,3 | 2,7 | 2,1 | 2,7 |
| Média | | | 3,3 | 1,8 | 2,5 | 2,5 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 22,84 | 35,74 | 32,65 | 29,21 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância.

Para os três anos de experimentação, verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, não havendo assim, influência da antecipação da adubação fosfatada e potássica para o capim-pé-de-galinha. Para a média geral dos tratamentos dos três anos nota-se o mesmo, não havendo diferença estatística entre os tratamentos.

5.10 Número de Vagens de 2 Cavidades com 2 Sementes

Na tabela 14 são apresentados os valores médios para o número de vagens de soja por planta de duas cavidades e duas sementes.

No ano 1, nota-se que os tratamentos 8 (antecipação integral e exclusiva da adubação fosfatada) e 10 (antecipação integral da adubação fosfatada e potássica), produziram um número de vagens de duas cavidades e duas sementes maiores, diferindo estatisticamente dos tratamentos 1 (controle), 3 (antecipação da metade da adubação potássica), 4 (antecipação integral e exclusiva da adubação potássica), 5 (antecipação da metade da adubação fosfatada) e 6 (antecipação da metade da adubação fosfatada e potássica).

Nos anos 2 e 3, verifica-se um comportamento semelhante entre as médias dos diferentes tratamentos, não havendo assim, influência da antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha sobre esta variável.

Analisando-se as médias obtidas ao longo dos três anos, nota-se que somente para o tratamento 10 (adubação fosfatada e potássica totalmente antecipada) a média do primeiro ano foi superior à do terceiro ano, sendo que as médias dos demais tratamentos se mostraram semelhantes.

Tabela 14 - Valores médios para o número de vagens por planta da soja com 2 cavidades e 2 sementes nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 9,3 cd ³ A ⁴ | 5,9 A ⁴ | 9,3 A ⁴ | 8,2 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 10,6 abcd A | 10,3 A | 9,4 A | 10,1 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 9,9 bcd A | 11,5 A | 10,0 A | 10,4 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 9,8 bcd A | 10,9 A | 7,9 A | 9,5 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 8,9 d A | 10,7 A | 10,1 A | 9,9 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 9,9 bcd A | 9,9 A | 9,8 A | 9,8 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 11,5 abc A | 10,3 A | 7,6 A | 9,8 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 12,4 a A | 10,1 A | 8,5 A | 10,3 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 11,3 abcd A | 10,1 A | 8,3 A | 9,9 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 12,9 a A | 10,1 AB | 7,9 B | 10,3 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 10,7 abcd A | 10,4 A | 8,2 A | 9,8 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 11,9 ab A | 10,2 A | 8,2 A | 10,1 |
| Média | | | 10,8 | 10,0 | 8,8 | 9,9 |
| Teste F | | | * | n.s. ² | n.s. ² | |
| C.V. (%) | | | 7,92 | 19,51 | 16,43 | 15,09 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

5.11 Número de Vagens de 2 Cavidades com 1 Semente

Na tabela 15 são apresentados os valores médios para o número de vagens de soja por planta de duas cavidades contendo 1 semente. Nota-se que para os três anos de experimentação, não houve diferença entre os diferentes tratamentos, o mesmo ocorrendo para a média geral dos tratamentos dos três anos. Isto mostra não haver

influência da antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha sobre esta variável.

Tabela 15 - Valores médios para o número de vagens por planta da soja com 2 cavidades e 1 semente nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 3,2 | 2,2 | 2,2 | 2,5 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 2,7 | 2,0 | 1,6 | 2,1 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 2,3 | 2,6 | 2,3 | 2,4 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 2,9 | 2,6 | 2,5 | 2,6 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 2,4 | 2,0 | 2,9 | 2,4 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 2,7 | 2,2 | 2,2 | 2,4 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 2,9 | 1,9 | 1,7 | 2,2 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 2,7 | 2,1 | 1,8 | 2,2 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 2,0 | 2,5 | 2,1 | 2,2 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 2,6 | 2,7 | 1,6 | 2,3 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 2,6 | 3,3 | 1,7 | 2,5 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 2,9 | 2,9 | 1,5 | 2,5 |
| Média | | | 2,7 | 2,4 | 2,0 | 2,4 |
| Teste F | | | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 23,86 | 26,04 | 33,60 | 27,40 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância.

5.12 Número de Vagens de 1 Cavidade com 1 Semente

Na tabela 16 são apresentados os valores médios para o número de vagens de soja de uma cavidade contendo uma semente.

Nota-se que para os anos 1 e 3, não houve diferença entre as médias dos diferentes tratamentos, não havendo influência da antecipação da adubação fosfatada e potássica sobre a produção de vagens de uma cavidade e uma semente. O mesmo ocorrendo quando as médias dos tratamentos dos três anos de experimentação são comparadas.

No ano 2, o tratamento 1 (controle) produziu um número de vagens menor, diferindo estatisticamente do tratamento 6 (antecipação da metade da adubação fosfatada e potássica).

Tabela 16 - Valores médios para o número de vagens por planta da soja com 1 cavidade e 1 semente nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 1,3 | 0,7 b ³ | 0,2 | 0,7 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 1,4 | 1,8 ab | 1,2 | 1,5 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 1,6 | 1,7 ab | 1,0 | 1,4 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 1,7 | 2,1 ab | 0,8 | 1,5 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 1,8 | 1,2 ab | 1,0 | 1,4 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 1,0 | 2,2 a | 0,8 | 1,4 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 1,4 | 1,4 ab | 0,8 | 1,2 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 1,2 | 1,4 ab | 0,8 | 1,1 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 1,2 | 1,2 ab | 0,5 | 1,0 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 1,8 | 1,3 ab | 0,5 | 1,2 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 1,2 | 2,1 ab | 0,7 | 1,3 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 1,7 | 1,0 ab | 0,7 | 1,1 |
| Média | | | 1,4 | 1,5 | 0,8 | 1,2 |
| Teste F | | | n.s. ² | * | n.s. ² | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 36,53 | 34,73 | 63,03 | 41,24 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

5.13 Número de Vagens por Planta

Na tabela 17 encontram-se os valores médios para o número total de vagens por planta.

Para o ano 1, nota-se que a antecipação parcial ou total, porém em conjunto, da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha melhorou, numericamente, o desempenho da soja quanto à formação de vagens, observando-se ainda, que a antecipação total da adubação fosfatada e potássica (tratamento 10) aumentou significativamente o número total de vagens por planta perante a antecipação parcial e exclusiva da adubação potássica (tratamento 3) e a ausência total de adubação do agroecossistema (tratamento 1). Para os anos 2 e 3, observa-se que não ocorreu o mesmo, não havendo diferença significativa entre as médias dos diferentes tratamentos, mostrando não haver influência da antecipação da adubação fosfatada e potássica para estes dois anos de experimentação.

Não houve diferença significativa, também, entre as médias dos diferentes tratamentos dos três anos de experimentação, o que evidencia, com alta probabilidade, que a antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha não influencia no número total de vagens por planta. Através do tratamento 1 (controle sem adubação), nota-se que para esta variável não houve resposta da adubação, embora numericamente tenha apresentado um número de vagens menor. Rosolem, Bessa e Pereira (1993) também observaram a ausência de resposta da adubação potássica na soja no número de vagens por planta. Carvalho et al. (2004), estudando a soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado, também, obtiveram a ausência da interferência dos adubos verdes sobre o número de vagens por planta nos dois anos agrícolas de experimentação.

Trabalhos que venham contribuir para que ocorra um menor abortamento de vagens na soja, chegando-se na colheita com um número maior de vagens por planta são muito bem vindos e desejáveis, pois um estudo realizado por Ventimiglia et al. (1999), mostra que a cultura tem potencial de rendimento em R_2 de 18.000 kg ha⁻¹ e em R_5 de 10.000 kg ha⁻¹ de grãos de soja.

Tabela 17 - Valores médios para o número total de vagens por planta da soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 44,7 c ³ | 32,0 | 33,6 | 36,8 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 51,5 abc | 40,7 | 33,8 | 42,0 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 45,8 bc | 34,9 | 39,3 | 40,0 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 52,9 abc | 39,0 | 34,2 | 42,0 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 50,3 abc | 41,0 | 37,1 | 42,8 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 52,0 abc | 38,1 | 36,3 | 42,1 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 55,2 abc | 39,1 | 30,3 | 41,5 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 57,1 ab | 37,7 | 34,5 | 43,1 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 54,9 abc | 46,0 | 33,4 | 44,8 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 59,5 a | 38,6 | 29,9 | 42,7 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 52,1abc | 42,7 | 32,9 | 42,6 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 53,8 abc | 41,8 | 32,1 | 42,6 |
| Média | | | 52,5 | 39,3 | 33,9 | 41,9 |
| Teste F | | | * | n.s. ² | n.s. ² | n.s. ² |
| C.V. (%) | | | 7,94 | 16,96 | 12,21 | 12,24 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Este trabalho de pesquisa mostra que com a antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha a produção de vagens se assemelhou com o sistema tradicional que utiliza a adubação por ocasião da semeadura, podendo sob tais condições ser praticada esta tecnologia sem prejuízo sobre esta variável.

5.14 Número de Sementes por Planta

Na tabela 18 encontram-se os valores médios para o número de sementes por planta.

Tabela 18 - Valores médios para o número de sementes por planta de soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 93,3 bc ³ A ⁴ | 68,4 A ⁴ | 67,9 A ⁴ | 76,5 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 110,2 abc A | 88,9 AB | 66,8 B | 88,6 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 91,3 c A | 97,3 A | 76,0 A | 88,2 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 105,9 abc A | 82,2 AB | 64,7 B | 84,3 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 102,1 abc A | 91,7 AB | 69,3 B | 87,7 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 108,8 abc A | 81,6 AB | 71,5 B | 87,3 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 116,2 abc A | 88,3 AB | 58,7 B | 87,7 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 118,6 ab A | 81,8 B | 68,0 B | 89,5 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 114,6 abc A | 101,5 A | 62,9 B | 93,0 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 127,1 a A | 84,7 B | 60,0 B | 90,6 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 107,9 abc A | 90,2 AB | 65,0 B | 87,7 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 108,5 abc A | 88,6 AB | 63,2 B | 86,8 |
| Média | | | 108,7 | 87,1 | 66,2 | 87,3 |
| Teste F | | | * | n.s. ² | n.s. ² | |
| C.V. (%) | | | 8,18 | 11,87 | 12,14 | 10,47 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Nota-se que, no ano 1, o tratamento 10 (antecipação de todo o fósforo e potássio para o capim-pé-de-galinha) produziu um número de sementes maior que o tratamento 1 (controle) e o tratamento 3 (antecipação da metade do potássio).

Nos anos 2 e 3, não foram feitas as mesmas constatações do ano 1, sendo que a média de todos os tratamentos não diferiram estatisticamente, mostrando não haver diferença na antecipação da adubação fosfatada e potássica. Cabe ressaltar o tratamento 1 (controle), que ficou sem adubação durante os três anos de experimentação, e nestes dois anos agrícolas não diferiu dos demais tratamentos, que foram adubados. A ausência de resposta da soja para o número de sementes por planta à adubação potássica, também, foi obtida por Rosolem, Bessa e Pereira (1993). Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2004), que estudando a soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado, obtiveram a ausência da interferência dos adubos verdes sobre o número de grãos por planta nos dois anos agrícolas de experimentação.

Analisando, de forma conjunta, o experimento nos três anos de experimentação, pode-se verificar que as médias dos tratamentos 1 e 3 não diferiram estatisticamente ao longo dos três anos de experimentação. Para os tratamentos 2, 4, 5, 6, 7, 11 e 12, nota-se que a produção de sementes por planta foi significativamente maior no ano 1, quando comparado ao ano 3. Para os tratamentos 8 e 10, a produção de sementes por planta foi significativamente maior no ano 1, já, para o tratamento 9, a produção de sementes por planta foi significativamente maior nos anos 1 e 2.

5.15 Peso Total de Sementes por Planta

Na tabela 19 encontram-se os valores médios para o peso de sementes por planta dos três anos de experimentação.

No ano 1, observou-se o melhor desempenho do tratamento 10, no qual se antecipou a adubação total de fósforo e de potássio para o capim-pé-de-galinha. Este tratamento foi superior estatisticamente aos tratamentos 1 (controle) e 3 (antecipação de metade do potássio). Dentre os tratamentos adubados, o pior resultado foi observado para o tratamento 3, cuja média foi estatisticamente inferior ao tratamento 10, em que foi antecipado todo o fósforo e o potássio para o capim.

No ano 2, todos os tratamentos adubados tiveram desempenhos semelhantes, havendo redução expressiva do peso de sementes por planta somente para o

tratamento 1, diferindo estatisticamente dos tratamentos 2, 3, 5, 7, 9 e 11. Para o ano 3, não foi obtida diferença estatística entre os tratamentos, embora numericamente, o tratamento 1 (controle) permaneceu com média inferior aos demais, pois este tratamento foi implantado por três anos consecutivos sem adubação.

Tabela 19 - Valores médios para o peso de sementes por planta de soja (gramas) nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 14,15 c ³ A ⁴ | 9,59 b ³ A ⁴ | 9,25 A ⁴ | 11,00 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 16,22 abc A | 15,95 a A | 11,48 A | 14,55 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 14,76 bc A | 17,72 a A | 12,43 A | 14,97 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 16,59 abc A | 14,60 ab AB | 10,86 B | 14,02 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 16,17 abc A | 16,55 a A | 11,59 A | 14,77 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 16,94 abc A | 14,82 ab A | 12,29 A | 14,68 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 18,09 ab A | 16,01 a A | 10,04 B | 14,71 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 18,24 ab A | 14,67 ab AB | 11,25 B | 14,72 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 16,72 abc A | 17,61 a A | 10,59 B | 14,97 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 19,34 a A | 14,88 ab AB | 10,10 B | 14,78 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 16,60 abc A | 16,03 a A | 10,71 B | 14,44 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 16,88 abc A | 15,52 ab AB | 10,30 B | 14,23 |
| Média | | | 16,72 | 15,33 | 10,91 | 14,32 |
| Teste F | | | * | * | n.s ² | |
| C.V. (%) | | | 7,18 | 13,76 | 12,69 | 11,27 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Analisando-se os dados nos três anos consecutivos, nota-se que a média dos tratamentos 1, 2, 3, 5 e 6 não apresentou diferenças ao longo dos três anos. Já, para os tratamentos 4, 8, 10 e 12 obteve-se maiores médias de peso no ano 1 em relação ao

ano 3, e para os tratamentos 7, 9 e 11 obteve-se médias maiores nos anos 1 e 2, quando comparadas ao ano 3.

De uma maneira geral, houve uma forte tendência dos tratamentos adubados se comportarem de forma semelhante quanto ao peso de sementes por planta, independente se esta adubação foi antecipada ou não. Já, o tratamento 1 (controle), que não foi adubado durante os três anos de experimentação, apresentou resultados inferiores comparado aos demais, diferindo estatisticamente de vários tratamentos ao longo dos dois primeiros anos de experimentação. Rosolem, Bessa e Pereira (1993), estudando a dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja, não obtiveram resposta à adubação potássica sobre o peso de grãos por planta.

5.16 Produtividade Agrícola da Soja

Na tabela 20 encontram-se os valores médios observados para a produtividade agrícola da soja.

No primeiro ano de experimentação observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, indicando que a antecipação parcial ou total da adubação fosfatada e potássica da semeadura da soja para a semeadura do capim-pé-de-galinha, em sua primeira realização, não interferiram com a produtividade agrícola da soja, cultivar BRS-133.

Para o tratamento 1 (controle) verifica-se que não foi adicionada nenhuma adubação e a produtividade não diferiu estatisticamente dos tratamentos adubados, antecipados ou não, não obtendo-se assim, resposta de adubação.

Para a adubação potássica, a maioria dos trabalhos científicos mostra a ausência de resposta de produtividade da soja, principalmente para os solos que se encontram com os teores do nutriente de médio a alto. A ausência de resposta da soja à adubação fosfatada por ocasião da semeadura, também, é bastante relatada na bibliografia, sendo constatada por diversos autores. A discussão deste assunto, a partir da apresentação de resultados de importantes pesquisas científicas, é oportuna e relevante, pois pode contribuir muito para o atual sistema de agricultura, principalmente no que tange à racionalização destes nutrientes.

Tabela 20 - Valores médios para a produtividade agrícola da soja (kg ha^{-1}) nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 3.354 A ⁴ | 2.808 b ³ A ⁴ | 3.168 b ³ A ⁴ | 3.110 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 3.304 B | 3.713 a AB | 4.051 a A | 3.689 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 3.696 A | 3.933 a A | 4.030 a A | 3.886 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 3.479 A | 3.819 a A | 3.930 a A | 3.743 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 3.629 A | 3.859 a A | 4.050 a A | 3.846 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 3.578 A | 3.687 a A | 4.020 a A | 3.762 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 3.527 A | 3.889 a A | 4.016 a A | 3.811 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 3.599 A | 3.802 a A | 3.927 a A | 3.776 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 3.493 A | 3.845 a A | 4.013 a A | 3.783 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 3.403 B | 3.783 a AB | 4.022 a A | 3.736 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 3.500 A | 3.871 a A | 3.987 a A | 3.786 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 3.632 A | 3.589 a A | 3.869 a A | 3.696 |
| Média | | | 3.516 | 3.717 | 3.924 | 3.719 |
| Teste F | | | n.s. ² | * | * | |
| C.V. (%) | | | 4,73 | 6,44 | 2,30 | 4,74 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Kurihara, Maeda e Hernani (1998), utilizando solos de alta fertilidade em três localidades do estado de Mato Grosso do Sul (Fátima do Sul, Ponta Porã e Dourados), aonde o sistema de semeadura direta vinha sendo adotado há três, sete e doze anos, respectivamente, verificaram que a soja não respondeu à aplicação da adubação fosfatada e potássica por ocasião da semeadura.

Palhano et al. (1983), também, estudando a adubação fosfatada e potássica sobre o rendimento de grãos de soja, no estado do Paraná, não obtiveram resposta à aplicação de fósforo em solos de cultivo antigo, em oito dos nove locais estudados, e

em solos de cultivo recente, em cinco dos oito locais. Para a adubação potássica em solos de cultivo antigo, não obtiveram resposta à aplicação do potássio em oito dos nove locais estudados, sendo que o solo destes locais apresentava-se com teores superiores a $1,1 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$. Em solos de cultivo recente, sete dos oito locais estudados, apresentando teores superiores a $1,5 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$, não obtiveram resposta ao potássio, sendo que em um desses sete locais, houve tendência de resposta negativa de produtividade da soja com a adição do potássio. O local que apresentou resposta, continha no solo um teor de apenas $1,0 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$.

A ausência de resposta à adubação fosfatada e potássica, também, foi constatada por Lantmann et al. (1996), no estado do Paraná, sendo que os autores concluíram pela possibilidade de se dispensar tais adubações no cultivo da soja, desde que a disponibilidade desses nutrientes no solo satisfaça a cultura mais exigente do sistema de produção.

Salton e Hernani (1997), em experimento realizado em Maracaju-MS, em solo com implantação do sistema de semeadura direta há cerca de quatro anos, também verificaram a ausência de resposta de quatro cultivares de soja à adubação fosfatada e potássica por ocasião da semeadura.

Pöttker (1999) estudando a adubação fosfatada na soja, em um solo com alto teor de fósforo, de forma antecipada ou não, verificou que não houve resposta à aplicação de fósforo na soja, e concluiu que é possível realizar vários cultivos sem aplicação de P_2O_5 , o que resulta em redução dos custos de produção.

A ausência de resposta no rendimento de grãos de soja devido ao efeito residual do adubo potássico, também, foi constatado por Mascarenhas et al. (1981a e b) e Mascarenhas e Miyasaka (1970). Mascarenhas et al. (2000) estudando o calcário e o potássio para a cultura da soja, também verificaram ausência de resposta de produtividade com a adubação potássica, observando que a soja somente respondeu à aplicação de potássio quando foi efetuada a calagem, o que pode ser justificado por Mascarenhas et al. (1988a e b), citando observações referentes à adubação da soja demonstrando que as melhores relações $(\text{Ca} + \text{Mg})/\text{K}$ estão entre valores 22 e 31, independente do tipo de solo e do cultivar. Borkert et al. (1997a) recomendam que a

soja não pode ser cultivada sem adubação em Latossolo Roxo distrófico, quando a disponibilidade de potássio for menor do que $1,0 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$ de terra fina seca ao ar.

Experimentos de longa duração visando obter as respostas de produtividade da soja sob o efeito residual desses nutrientes também são encontrados na bibliografia.

Borkert et al. (1997b) realizaram experimentos com dez anos de duração, com o objetivo de estudar a resposta da soja à adubação com potássio e o efeito residual dessa adubação sobre o rendimento de grãos de soja e verificaram que no tratamento testemunha (sem adubação), a produtividade decresceu somente a partir da oitava safra consecutiva sem adubação, devido ao decréscimo do nutriente no solo abaixo dos níveis críticos.

Scherer (1998b), visando estudar a resposta da soja à adubação potássica, realizou experimentos por doze anos consecutivos e verificou que o tratamento controle (sem adubação) somente reduziu a produtividade da soja a partir da quinta safra consecutiva sem adubação potássica, atribuindo esta produtividade ao alto teor de potássio disponível no solo ($3,2 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$), quando da instalação do experimento.

Nota-se através dos trabalhos relatados, que entender o mecanismo dos nutrientes no solo é uma tarefa difícil e de elevada importância, pois o simples fato de se estar adicionando nutrientes ao solo, nem sempre implica que se está obtendo um retorno com aumentos de produtividade. É oportuno salientar, que ao longo dos anos, sem esta adubação, com a exportação desses nutrientes pelas sementes, somadas às perdas por lixiviação, no caso do potássio e por erosão ou fixação que ocorre com o fósforo, há um declínio natural dos mesmos no solo. É importante lembrar também, que esta flexibilidade ocorre com maior segurança quanto maior for o nível de fertilidade do solo.

Este complexo conhecimento é um fator importante para a racionalização do uso desses nutrientes, uma vez que possibilita a condução do solo como uma aplicação financeira, adicionando-se ao mesmo, razoáveis quantidades de nutrientes quando o custo de produção se encontrar favorável, e utilizando os mesmos nos momentos em que o custo de produção mostra-se com tendência desfavorável, fatores de ocorrência muito comuns na agricultura atual. O entendimento desta racionalização expressa maior importância, ainda, quando se depara com a realidade de que a fonte desses nutrientes

pode se tornar escassas um dia, como é a preocupação já existente na atualidade com as fontes de fósforo.

No segundo e terceiro ano, verifica-se que o único tratamento que diferiu estatisticamente dos demais, foi o tratamento 1 (controle), para o qual foi constatada uma menor produtividade. A partir dos dados referentes à análise de solo (Tabela 1), nota-se que este solo apresentava, por ocasião da implantação do experimento, teor de fósforo baixo e potássio médio.

O cultivo de soja sob estas condições de fertilidade mostrou que no primeiro ano, como já discutido, não houve diferença de produtividade entre os diferentes tratamentos, entretanto, a partir do segundo ano, a produtividade sofreu redução, devido, provavelmente, ao esgotamento das reservas destes nutrientes no solo. Isto também ocorreu com Rosolem, Nakagawa e Machado (1984), que observaram resposta ao adubo potássico aplicado a partir do segundo ano de cultivo.

Os trabalhos referentes a antecipação da adubação sobre a cultura da soja sob semeadura direta são escassos, tanto na bibliografia nacional como na internacional, entretanto, cabe ressaltar alguns dos resultados obtidos e descritos na mesma.

Resultado contrário ao obtido por este trabalho de pesquisa foi obtido por Esteves (2000), que estudando os efeitos da adubação antecipada com fósforo e potássio recomendada para a cultura da soja, adicionando a mesma nas culturas de inverno (aveia preta e milheto), mostrou que a produtividade da soja foi influenciada negativamente, e que quando esta adubação foi realizada por ocasião da semeadura da soja, obteve um rendimento aproximadamente 65% superior.

Em outro trabalho de pesquisa, Broch e Chueiri (2005), com o objetivo de verificar o efeito do modo de aplicação do fertilizante sobre a produtividade da soja em sistema de semeadura direta em solo com baixo teor de fósforo, durante as safras 2001/02 a 2003/04, verificaram que no primeiro ano, as maiores produtividades obtidas ocorreram quando se antecipou somente até 50% da adubação, não ocorrendo diferença de produtividade no segundo ano agrícola devido à antecipação, sendo que no terceiro ano ocorreu uma perda de produtividade quando 100% da adubação foi antecipada. Os autores justificam que este prejuízo, ocorrido em dois anos, foi devido à época tardia de semeadura, o que não ocorreu no segundo ano, e principalmente,

devido à ocorrência de uma estiagem no mês de janeiro, a qual prejudicou o desenvolvimento vegetativo da soja, dificultando a absorção dos nutrientes aplicados a lanço de forma antecipada, em função do baixo conteúdo de água no solo na camada superficial.

Entretanto, resultados positivos também foram observados por Broch e Chueiri (2005), que relatam, na safra 1997/1998, uma série de testes a campo realizados em áreas comerciais de soja em várias localidades do Brasil, comparando a adubação tradicional do agricultor com a antecipada. Da região norte de São Paulo até a região do cerrado, resultados mostraram que no sistema de semeadura direta não houve diferença na produtividade de soja devido à antecipação da adubação da soja. Da região sul de São Paulo até o Rio Grande do Sul, 28 campos sob semeadura direta foram avaliados, e os resultados mostraram que a soja foi beneficiada com a antecipação desta adubação, sendo observado, também, em alguns campos dessas áreas com adubação antecipada, um maior aprofundamento das raízes e plantas mais vigorosas, além de maior uniformidade na germinação e melhor estande, o que segundo os autores, foi consequência da ausência de altas concentrações de sais próximo às sementes ou região de desenvolvimento inicial das raízes.

Pöttker (1999) estudando a resposta da soja à adubação fosfatada, de forma antecipada a lanço ou não, em um solo com médio teor de fósforo, mostrou que a soja respondeu à aplicação de P_2O_5 , porém não houve diferença no rendimento de grãos devido à antecipação ou não do fertilizante, mostrando que o mesmo pode ser adicionado de forma antecipada.

Ainda, Broch e Chueiri (2005) relatam experimentos apresentando resultados a partir da antecipação da adubação da soja. Em experimentos implantados durante sete safras agrícolas (de 1997/98 a 2003/04), com o objetivo de avaliar o efeito da antecipação da adubação (a lanço e em sulco em pré-semeadura) sobre a produtividade da soja em sistema de semeadura direta em solo com teor de fósforo de $19,8 \text{ mg dm}^{-3}$ (método da resina) e potássio de $2,7 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$, verificaram que na média dos sete anos agrícolas, não houve diferença estatística na produtividade da soja em função da antecipação do fertilizante, seja esta realizada a lanço ou em sulco. Neste mesmo experimento, a partir do segundo até o sétimo ano agrícola, o tratamento

controle (sem adubação), também, apresentou decréscimo de produtividade, diferindo estatisticamente dos demais. Tais resultados assemelham-se aos obtidos no presente trabalho de pesquisa, segundo os quais, houve um decréscimo de produtividade da soja a partir do segundo ano agrícola.

Em outro experimento, com objetivo de avaliar o efeito do modo de aplicação do fertilizante sobre a produtividade da soja na implantação do sistema de semeadura direta em solo com médio teor de fósforo de 13 mg dm^{-3} , durante três safras agrícolas (2001/02 a 2003/04), Broch e Chueiri (2005) relataram que não houve diferença significativa na produtividade da soja com relação à antecipação da adubação da soja sendo adicionada a lanço, imediatamente, antes da semeadura da soja comparada à adicionada no sulco de semeadura, havendo somente menor produtividade nas três safras agrícolas no tratamento sem adubação.

Dados não diferenciados de produtividade, também, foram obtidos por Carvalho et al. (2004) utilizando a sucessão da soja com diferentes adubos verdes (mucuna-preta, guandu, crotalária e milheto) no sistema de plantio direto em solo de cerrado.

Na avaliação geral dos resultados de produtividade da soja obtidos no presente trabalho de pesquisa, englobando os três anos de experimentação, nota-se que a antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja sobre o capim-pé-de-galinha não prejudicou a produtividade da soja, mostrando a viabilidade da utilização da técnica da antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para uma cultura antecessora.

Cabe então ressaltar a viabilidade operacional desta prática no campo, recentemente estudada por Matos, Salvi e Milan (2006), constatando que a antecipação da adubação permite uma racionalização no dimensionamento das máquinas envolvidas na semeadura, reduzindo o número de conjuntos necessários (tratores e semeadoras) e aumentando a receita líquida da cultura. Esta constatação é importante para os produtores de soja, pois permite semear a soja com um menor número de máquinas, na melhor época recomendada e, ainda, com a obtenção de uma melhor receita líquida.

5.17 Massa de 1000 Sementes

Na tabela 21 encontram-se os valores médios observados para a massa de mil sementes da soja.

Tabela 21 - Valores médios para a massa de 1000 sementes de soja (gramas) nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 145,9 A ⁴ | 151,1 b ³ A | 148,3 b ³ A | 148,5 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 140,4 B | 176,2 a A | 170,8 a A | 162,5 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 146,2 B | 181,5 a A | 170,7 a A | 166,2 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 146,3 C | 186,2 a A | 173,7 a B | 168,7 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 143,4 B | 179,7 a A | 168,8 a A | 163,9 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 144,6 B | 182,5 a A | 173,1 a A | 166,7 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 141,3 B | 182,9 a A | 171,1 a A | 165,1 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 146,1 B | 182,2 a A | 170,4 a A | 166,3 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 142,7 B | 182,1 a A | 171,7 a A | 165,5 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 145,9 B | 179,9 a A | 174,7 a A | 166,8 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 147,6 B | 178,2 a A | 170,0 a A | 165,2 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 142,9 B | 178,6 a A | 171,4 a A | 164,3 |
| Média | | | 144,4 | 178,4 | 169,6 | 164,1 |
| Teste F | | | n.s. ² | * | * | |
| C.V. (%) | | | 3,25 | 2,01 | 1,67 | 2,30 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No ano 1, observa-se que não houve diferença entre os diferentes tratamentos, mostrando que a antecipação da adubação fosfatada e potássica para o capim-pé-de-galinha não afetou a massa de mil sementes.

Carvalho et al. (2004), estudando a soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado, também obtiveram ausência da interferência desses adubos verdes na massa de mil grãos nos dois anos agrícolas de experimentação.

Nos anos 2 e 3, o único tratamento no qual a massa de mil sementes foi menor diz respeito ao tratamento 1 (sem adubação), o que pode ser justificado pela não utilização de adubação durante os três anos de experimentação. Esta resposta à adubação fosfata e potássica sobre o peso de matéria seca das sementes, também foi estudada por Borba, Vianna e Popinigis (1980), que concluíram que o fósforo influenciou positivamente neste peso, o mesmo não ocorrendo com o potássio, que não teve influência.

Maeda e Mascarenhas (1984), também, avaliaram a qualidade de sementes de soja produzidas em solo de cerrado virgem, cerrado recuperado e solo de boa fertilidade natural, e mostraram que a massa de mil sementes foi maior no solo de boa fertilidade natural. Cícero (1979), trabalhando com doze cultivares de milho, também obteve maiores massas de mil sementes em dez desses doze cultivares, para o nível mais alto de fertilidade. Sementes mais pesadas de milho-pipoca, também foram obtidas por Fornasier Filho et al. (1988) com os níveis mais altos de adubação fosfatada (75 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

A influência da adubação sobre a massa de mil sementes é contrariada por Lima (2001), que afirma que entre os componentes da produção, a massa de mil sementes de soja é a variável que apresenta a menor variação percentual decorrente de alterações no ambiente de cultivo, pois o objetivo biológico principal da planta é a perpetuação da espécie, que no caso de restrição tende, preferencialmente, formar um número menor de grãos nas vagens fixadas, ao invés de muitos e malformados. A ausência de resposta da adubação sobre o peso das sementes de soja, também foi constatada por Nakagawa, Fávoro e Rosolem (1981).

Marubayashi et al. (1994), trabalhando com sementes de amendoim, estudaram o efeito da adubação fosfatada na qualidade destas e não constataram nenhuma influência sobre o peso das sementes.

Neste experimento, houve interação significativa entre tratamentos e anos, onde com exceção do tratamento 1, todos os demais tratamentos, com adubação antecipada ou não, obtiveram uma massa de mil sementes maior nos anos 2 e 3. No tratamento 1 (controle), os resultados obtidos para massa de mil sementes apresentaram desempenho semelhante durante os três anos de experimentação.

5.18 Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja

5.18.1 Teste de germinação

Na tabela 22 encontram-se os valores médios observados para germinação (G) e umidade (U) das sementes de soja.

Para os anos 1 e 3, nota-se que não houve diferença na germinação entre os diferentes tratamentos. Na bibliografia são encontrados vários trabalhos de pesquisa relatando o efeito da adubação sobre a germinação das sementes de soja.

Costa et al. (1983), estudando o efeito de níveis (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) e métodos de aplicação de potássio (a lanço antes da semeadura e no sulco de semeadura) na cultura da soja, verificaram que não houve diferenças significativas devido aos métodos de aplicação e doses de potássio sobre a germinação das sementes de soja.

No Rio Grande do Sul, Borba, Vianna e Popinigis (1980) analisaram sementes de três cultivares de soja, produzidas no primeiro ano de condução de um experimento de campo, com objetivo de estudar a influência das aplicações de fósforo, potássio e calcário, e concluíram que a adubação fosfatada e potássica não influenciaram sobre a germinação das sementes de soja.

Borba, Vianna e Popinigis (1981), objetivando estudar o efeito da adubação e da umidade do solo sobre a qualidade das sementes de soja, verificaram que a adubação fosfatada e potássica não inferiram em diferenças na germinação das sementes.

Em trabalho, apresentado por Vieira et al. (1987), sobre a avaliação do efeito de doses de fósforo e potássio na qualidade de sementes de soja, os autores concluíram

que a adubação da cultura da soja, com diferentes doses de fósforo e potássio, não afetou a germinação.

Tabela 22 - Valores médios para germinação (%) e umidade (%) das sementes de soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | | Ano 2 | | Ano 3 | | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|------|--------------------|-----|-------------------|------|-------------------|
| | | | G | U | G | U | G | U | G |
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 87 | 10,2 | 60 ab ³ | 9,5 | 91 | 9,4 | 79 a ³ |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 81 | 10,1 | 42 abc | 9,3 | 90 | 9,2 | 71 ab |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 72 | 9,9 | 66 a | 9,4 | 73 | 9,9 | 70 ab |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 77 | 9,7 | 51 abc | 9,4 | 77 | 9,9 | 68 ab |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 55 | 10,8 | 28 bc | 9,3 | 76 | 10,0 | 53 b |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 63 | 9,7 | 34 abc | 9,4 | 64 | 9,8 | 54 b |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 73 | 10,2 | 31 abc | 9,4 | 82 | 9,5 | 62 ab |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 65 | 10,0 | 51 abc | 9,4 | 62 | 10,0 | 59 ab |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 81 | 10,6 | 16 c | 9,2 | 69 | 9,7 | 56 b |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 83 | 10,7 | 37 abc | 9,3 | 70 | 9,9 | 63 ab |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 60 | 10,9 | 40 abc | 9,5 | 70 | 9,5 | 57 b |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 74 | 9,9 | 44 abc | 9,3 | 84 | 10,1 | 67 ab |
| Média | | | 73 | 10,2 | 42 | 9,4 | 76 | 9,7 | 63 |
| Teste F | | | n.s. ² | | * | | n.s. ² | | * |
| C.V. (%) | | | 19,26 | | 30,97 | | 17,22 | | 21,03 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Maeda e Mascarenhas (1984) trabalharam com a qualidade de sementes de soja de duas cultivares (IAC-3 e UFV-1), avaliando comparativamente as sementes produzidas em solo de cerrado virgem, cerrado recuperado e solo de boa fertilidade. Ao final dos trabalhos, observaram que as sementes produzidas em solo de boa fertilidade

apresentavam melhor germinação. O que foi confirmado a partir da análise dessas sementes após doze meses de armazenamento.

Na bibliografia, também se encontram trabalhos mostrando o efeito da adubação e da fertilidade do solo sobre a germinação envolvendo outras culturas.

Cícero (1979) e Cícero, Toledo e Campos (1979) avaliando os efeitos de dois níveis de fertilidade do solo sobre a produção e a qualidade das sementes de doze cultivares de milho, concluíram que, embora o nível mais alto de fertilidade do solo tenha proporcionado uma maior produção, o mesmo não ocorreu em relação à germinação e ao vigor das sementes, uma vez que para os dois níveis de fertilidade o comportamento em relação à germinação foi semelhante.

Nakagawa (1973), trabalhando com sementes de amendoim provenientes dos experimentos conduzidos em cultura da seca, verificou que a adubação fosfatada não ocasionou efeitos favoráveis na porcentagem de germinação. Da mesma forma, Marubayashi et al. (1994) estudaram o efeito da adubação fosfatada na qualidade da semente de amendoim e não constataram nenhuma influência sobre a porcentagem de germinação.

Goya e Sader (1990) estudaram o efeito da adubação fosfatada na qualidade de sementes de girassol da cultivar IAC-Anhandy e verificaram que não houve efeito significativo para a germinação das sementes.

No ano 2, verifica-se uma melhor germinação das sementes de soja no tratamento em que se antecipou a metade do potássio da soja para o capim-pé-de-galinha (tratamento 3), diferindo estatisticamente dos tratamentos 5 (antecipação da metade do fósforo) e do tratamento 9 (antecipação integral do fósforo e metade do potássio).

Na média dos três anos experimentais, nota-se que o tratamento 1, que não recebeu nenhuma adubação, foi o que obteve uma melhor germinação das sementes de soja, diferindo estatisticamente dos tratamentos 5 (metade da adubação fosfatada antecipada), tratamento 6 (metade da adubação fosfatada e potássica antecipada), tratamento 9 (antecipação integral da adubação fosfatada e metade da potássica) e tratamento 11 (adubação totalmente antecipada). Esta diferença, praticamente, ficou entre o tratamento não adubado e alguns adubados, pois como se observa, entre os

tratamentos 2 a 12, não houve diferença estatística, não havendo, portanto, diferença de antecipação ou não da adubação da soja para o capim-pé-de-galinha.

Como se pode observar, a fertilidade do solo afeta diretamente a produtividade da soja, porém nem sempre tem o mesmo efeito sobre a qualidade fisiológica das sementes. Delouche (1972), referindo-se à influência da fertilidade do solo sobre a qualidade das sementes de soja relatou que, dentro de certos limites, as plantas tem a capacidade de compensar, no seu rendimento e ritmo reprodutivo, as diversas deficiências do meio ambiente, sendo o efeito mais pronunciado da baixa fertilidade a menor produção, e que as plantas compensam as deficiências ambientais reduzindo a quantidade e não a qualidade das sementes.

Antunes et al. (1979), com objetivo de avaliar o efeito da adubação fosfatada e da correção da acidez do solo sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de soja, verificaram que para a obtenção de altas produções de sementes de soja com elevada qualidade fisiológica requer a correção da acidez do solo até a eliminação do alumínio trocável, bem como, uma adubação fosfatada que eleve o teor de fósforo assimilável a cerca de 10 mg dm^{-3} .

Turkiewicz (1976), visando avaliar o efeito da adubação fosfatada sobre a germinação de sementes de soja da variedade Paraná, observou que a dose mais elevada de fósforo revelou-se prejudicial à germinação das sementes de soja.

5.18.2 Teste de envelhecimento acelerado

Na tabela 23 encontram-se as médias dos resultados do envelhecimento acelerado (EA) e umidade (U) das sementes de soja.

Para o ano 1, nota-se que as sementes do tratamento 1 (sem adubação) obtiveram um melhor vigor quando comparadas ao tratamento 5 (metade da adubação fosfatada de forma antecipada). Observa-se, também, que entre os tratamentos adubados, não houve efeito da antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha sobre o vigor das sementes de soja.

No ano 2, obteve-se melhores resultados de vigor de sementes de soja nos tratamentos 1 (sem adubação) e 3 (metade da adubação potássica antecipada),

diferenciando-se somente do tratamento 9 (antecipação integral da adubação fosfatada e metade da potássica). Dentre os tratamentos que receberam adubação, seja antecipada ou não, somente o tratamento 3 (antecipação da metade da adubação potássica) obteve um vigor maior de sementes, valores estes diferentes dos obtidos no tratamento 9 (antecipação de todo o fósforo e metade do potássio).

Tabela 23 - Valores médios para envelhecimento acelerado (%) e umidade (%) de sementes de soja nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | | Ano 2 | | Ano 3 | | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|------|---------------------|-----|-------------------|------|--------------|
| | | | EA | U | EA | U | EA | U | EA |
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 75 a ³ A ⁴ | 10,2 | 53 a ³ A | 9,5 | 91 A | 9,4 | 73 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 66 ab AB | 10,1 | 41 ab B | 9,3 | 90 A | 9,2 | 66 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 52 ab A | 9,9 | 61 a A | 9,4 | 71 A | 9,9 | 61 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 42 ab A | 9,7 | 42 ab A | 9,4 | 77 A | 9,9 | 54 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 30 b AB | 10,8 | 26 ab B | 9,3 | 75 A | 10,0 | 44 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 34 ab A | 9,7 | 39 ab A | 9,4 | 63 A | 9,8 | 45 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 57 ab AB | 10,2 | 34 ab B | 9,4 | 81 A | 9,5 | 57 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 42 ab A | 10,0 | 43 ab A | 9,4 | 60 A | 10,0 | 48 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 63 ab A | 10,6 | 12 b B | 9,2 | 67 A | 9,7 | 47 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 69 ab A | 10,7 | 37 ab A | 9,3 | 70 A | 9,9 | 59 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 38 ab A | 10,9 | 39 ab A | 9,5 | 69 A | 9,5 | 49 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 60 ab A | 9,9 | 42 ab A | 9,3 | 84 A | 10,1 | 62 |
| Média | | | 52 | 10,2 | 39 | 9,4 | 75 | 9,7 | 55 |
| Teste F | | | * | | * | | n.s. ³ | | |
| C.V. (%) | | | 26,99 | | 34,74 | | 17,74 | | 24,65 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No terceiro ano, verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos, mostrando que o vigor das sementes de soja não foi alterado em virtude da adubação e, muito menos, devido a antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para o capim-pé-de-galinha.

Na avaliação do vigor das sementes de soja através do envelhecimento acelerado, constatou-se interação significativa entre tratamentos e anos, podendo ser observado que nos tratamentos 2, 5 e 7, houve um menor vigor de sementes no segundo ano em relação ao terceiro ano. O mesmo sendo verificado para o tratamento 9, em relação ao primeiro e terceiro anos de experimentação.

Na bibliografia é possível encontrar trabalhos de pesquisa sobre o efeito da adubação e da fertilidade do solo sobre o vigor das sementes de soja, mostrando tanto a ocorrência ou não de respostas.

Turkiewicz (1976) avaliou o efeito da adubação fosfatada sobre o vigor de sementes de soja da variedade Paraná e constatou que a adubação fosfatada alterou a qualidade fisiológica das sementes, sendo que a presença da dose mais elevada de fósforo, revelou-se prejudicial ao vigor.

Borba, Vianna e Popinigis (1980) analisaram sementes de três cultivares de soja, com o objetivo de estudar a influência das aplicações de fósforo, potássio e calcário sobre a qualidade das sementes produzidas, e constataram que a adubação fosfatada e potássica não influenciou o vigor das sementes de soja.

Em trabalho, apresentado por Vieira et al. (1987), sobre a avaliação do efeito de doses de fósforo e potássio na qualidade de sementes de soja, os autores concluíram, a partir de avaliações do teste de envelhecimento acelerado, do índice de velocidade de emergência e do peso de matéria seca de plântula, que a adubação da cultura da soja, com diferentes doses de fósforo e potássio, não afetou o vigor das sementes de soja. Neste trabalho, apenas o vigor das sementes, avaliado através da primeira contagem do teste de germinação, aumentou significativamente com a elevação da dose de fósforo até 240 kg ha⁻¹.

Maeda e Mascarenhas (1984), trabalhando com a qualidade de sementes de soja de duas cultivares (IAC-3 e UFV-1), produzidas em solo de cerrado virgem, cerrado

recuperado e solo de boa fertilidade, observaram que as sementes produzidas em solo de boa fertilidade natural obtiveram melhor vigor.

Trabalhos envolvendo o efeito da adubação e da fertilidade do solo sobre o vigor de sementes de outras culturas, também, são encontrados na bibliografia.

Nakagawa, Rosolem e Machado (1980), utilizando sementes de amendoim provenientes de ensaios em que o adubo fosfatado, aplicado em diferentes doses, não afetou a produção, constataram que esta adubação, tanto na forma de efeito imediato como residual, considerando-se o vigor das sementes no decorrer de doze meses de armazenamento, não afetou a qualidade das sementes produzidas.

Em trabalho realizado por Nakagawa et al. (1990), onde foram estudados os efeitos de adubos fosfatados na cultura do amendoim, verificou-se, através dos testes de vigor realizados em laboratório e no campo, que não houve diferença entre os diferentes fertilizantes fosfatados.

Goya e Sader (1990) estudaram o efeito da adubação fosfatada na qualidade de sementes de girassol da cultivar IAC-Anhandy e verificaram que não houve efeito significativo sobre o vigor das sementes, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado.

Estudando o efeito do potássio na qualidade das sementes de girassol, Campos e Sader (1987) verificaram que o potássio não afetou o vigor das sementes, avaliado através do teste da primeira contagem de germinação e do teste de envelhecimento acelerado.

5.18.3 Emergência de plântulas em areia

Na tabela 24 encontram-se os valores médios do teste de emergência em areia (E).

No ano 1, nota-se que o tratamento 1 (sem adubação) obteve uma maior porcentagem de plântulas emergidas, diferindo estatisticamente dos tratamentos 5 (metade do fósforo antecipado) e do tratamento 11 (toda adubação antecipada). Entre os tratamentos adubados, independentemente, da antecipação ou não da adubação fosfatada e potássica, não houve diferença, assim sendo, pode-se dizer que não houve

um efeito da antecipação desta adubação sobre a porcentagem de plântulas emergidas.

Tabela 24 - Valores médios para emergência de plântulas de soja em areia (%) e umidade das sementes (%) nos anos 1, 2 e 3 e média dos três anos de experimentação (interação tratamentos x anos significativa)

| Trat. | <i>Eleusine coracana</i> | Soja | Ano 1 | | Ano 2 | | Ano 3 | | Média 3 anos |
|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----|---------------------|-----|-------------------|------|--------------|
| | | | E | U | E | U | E | U | E |
| 1 | 00 P + 00 K | 00 P + 00 K | 86 a ³ AB ⁴ | 8,9 | 50 a ³ B | 8,3 | 91 A | 9,4 | 76 |
| 2 | 00 P + 00 K | 90 P + 50 K ¹ | 76 ab A | 9,0 | 33 ab B | 8,2 | 90 A | 9,2 | 66 |
| 3 | 00P + 25 K | 90 P + 25 K ¹ | 67 ab A | 8,9 | 59 a A | 8,4 | 70 A | 9,9 | 65 |
| 4 | 00 P + 50 K | 90 P + 00 K ¹ | 76 ab AB | 9,0 | 39 ab B | 8,5 | 80 A | 9,9 | 65 |
| 5 | 45 P + 00K | 45 P + 50 K ¹ | 49 b AB | 8,8 | 33 ab B | 8,3 | 76 A | 10,0 | 53 |
| 6 | 45 P + 25 K | 45 P + 25 K ¹ | 59 ab A | 9,2 | 36 ab A | 8,4 | 59 A | 9,8 | 51 |
| 7 | 45 P + 50 K | 45 P + 00 K ¹ | 67 ab A | 8,7 | 30 ab B | 8,3 | 84 A | 9,5 | 60 |
| 8 | 90 P + 00 K | 00 P + 50 K ¹ | 64 ab A | 9,0 | 43 ab A | 8,5 | 59 A | 10,0 | 55 |
| 9 | 90 P + 25 K | 00 P + 25 K ¹ | 73 ab A | 8,9 | 14 b B | 8,1 | 69 A | 9,7 | 52 |
| 10 | 90 P + 50 K | 00 P + 00 K ¹ | 73 ab A | 9,1 | 39 ab A | 8,4 | 62 A | 9,9 | 58 |
| 11 | 90 P + 50 K ¹ | 00 P + 00 K | 56 b A | 8,9 | 37 ab A | 8,4 | 68 A | 9,5 | 54 |
| 12 | 00 P + 00 K ¹ | 90 P + 50 K | 75 ab AB | 9,0 | 43 ab B | 8,3 | 82 A | 10,1 | 67 |
| Média | | | 69 | 9,0 | 38 | 8,3 | 74 | 9,7 | 60 |
| Teste F | | | * | | * | | n.s. ² | | |
| C.V. (%) | | | 14,26 | | 27,45 | | 18,28 | | 18,88 |

¹ Adubação foliar com micronutrientes: cobalto, molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco;

² Não significativo pela análise de variância;

³ Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o ano 2, verifica-se uma maior porcentagem de plântulas emergidas nos tratamentos 1 (sem adubação) e 3 (metade da adubação potássica antecipada), diferindo do tratamento 9 (antecipação total do fósforo e metade do potássio). Entre os

tratamentos adubados, o tratamento 3 (metade do potássio antecipado) obteve uma porcentagem maior no número de plântulas emergidas, diferindo do tratamento 9 (antecipação de todo o fósforo e metade do potássio).

Para o ano 3 não houve diferença significativa de emergência de plântulas entre os diferentes tratamentos.

Constatou-se interação significativa entre tratamentos e anos, podendo ser observado que para os tratamentos 1, 4, 5 e 12, houve uma menor porcentagem de plântulas emergidas no ano 2, quando comparados ao ano 3. O mesmo ocorrendo no ano 2, para os tratamentos 2, 7 e 9, quando comparados aos resultados obtidos nos anos 1 e 3 .

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O capim-pé-de-galinha constitui-se em espécie adequada e em uma ótima alternativa como cultura de cobertura para utilização em sistemas de produção envolvendo a semeadura direta.
- A utilização da palhada da cultura do capim-pé-de-galinha como cobertura de solo não prejudica o estabelecimento do estande da cultura da soja em semeadura direta.
- Seja antecipada ou não, a adubação do sistema de semeadura direta promove maior crescimento em altura das plantas de soja, resultando em pequeno aumento no grau de acamamento das plantas.
- Os resultados observados e relativos aos possíveis efeitos da antecipação da adubação de semeadura da cultura da soja para a semeadura do capim-pé-de-galinha, sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja, não permitem conclusões precisas, sugerindo-se que trabalhos de pesquisa sobre o assunto sejam incentivados e realizados.

7 CONCLUSÕES

- A antecipação das adubações fosfatada e potássica da soja para a semeadura do capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), incrementa a produtividade de matéria seca deste.
- A ausência de adubação do sistema de produção envolvendo a semeadura direta da soja em sucessão à cultura de cobertura com o capim-pé-de-galinha conduz, ao longo das sucessivas safras, a perdas de produtividades agrícolas de matéria seca do capim-pé-de-galinha e de sementes de soja.
- A antecipação da adubação de base da cultura da soja para o capim-pé-de-galinha não interfere com a quantidade total de vagens formadas pelas plantas de soja.
- A antecipação da adubação de semeadura com fósforo e potássio da cultura da soja para a semeadura do capim-pé-de-galinha não interfere com a massa de mil sementes e nem com a produtividade agrícola da soja.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, B.L.; SIAME, J.A.; UPRICHARD, G.T. Status of finger millet (*Eleusine coracana* Gaertn.) in Zambia. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap. 2, p. 21-28.

ALMEIDA, J.A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas de fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto do extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, p. 985-1002, 2003.

ANTUNES, V.P.; VIANNA, A.C.; BARROS, A.C.S.A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeitos da adubação fosfatada e da correção de acidez sobre a produção e a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1., 1979, Curitiba. **Resumos dos trabalhos técnicos...** Brasília: ABRATES, 1979. p.31.

BABU, B.K.; SENTHIL, N.; GOMEZ, S.M.; BIJI, K.R.; RAJENDRAPRASAD, N.S.; KUMAR, S.S.; BABU, R.C. Assessment of genetic diversity among finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) accessions using molecular markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 54, p. 399-404, 2007.

BANIYA, B.K.; RILEY, K.W.; SHERCHAN, K.K.; DONGOL, D.M.S. Characterization and evaluation of local finger millet landraces of Nepal. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap. 31, p. 381-399.

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. **Absorção de nutrientes pela soja**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1978. 36 p. (IAC, Boletim Técnico, 41)

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S. Nutrição mineral da soja. In: **A Soja no Brasil central**. Campinas: Fundação Cargill, 1977. cap. 3, p. 55-84.

BERLATO, M.A. Exigências bioclimáticas e zoneamento agroclimático. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.175-184.

BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: Tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. cap. 1, p.1-18.

BOARETO, A.E.; CHITOLINA, J.C.; RAIJ, B. van; SILVA, F.C.; TEDESCO, M.J.; CARMO, C.A.F.S. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F.C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. cap.2, p. 49-73.

BORBA, C.S.; VIANNA, A.C.T.; POPINIGIS, F. Correção de acidez e adubação fosfatada e potássica em diferentes cultivares e populações de plantas de soja. II. Efeitos sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.16, n.2, p. 247-260, 1980.

BORBA, C.S.; VIANNA, A.C.T.; POPINIGIS, F. Efeito da adubação e da umidade do solo sobre a qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.17, n.1, p. 51-68, 1981.

BORKERT, C.M.; FARIAS, J.R.B.; SFREDO, G.J.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C.L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo distrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p. 1235-1249, dez. 1997a.

BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; FARIAS, J.R.B.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C.L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo eutrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.10, p. 1009-1022, out. 1997b.

BORKERT, C.M.; FARIAS, J.R.B.; SFREDO, G.J.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C.L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo álico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p. 1119-1129, nov. 1997c.

BORTOLUZZI, E.C.; ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p. 449-457, 2000.

BRAGA, G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ OVEJERO, R.F. Cobertura vegetal com *Eleusine coracana* para plantio direto de soja: supressão da infestação de plantas daninhas e potencial como infestante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 442.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNDA, 1992. 365 p.

BROCH, D.L.; CHUEIRI, W.A. **Estratégia de adubação**: cultura da soja cultivada sob sistema de plantio direto. Maracaju: Fundação MS, 2005. 53p.

CÂMARA, G.M.S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. cap. 15 p. 295-340.

CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. cap. 5, p. 81-120.

CAMPOS, M.S.O.; SADER, R. Efeito do potássio na produção e qualidade das sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 1927, 1987.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 326 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, M.A.C.; ATHAYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p. 1141-1148, nov. 2004.

CICERO, S.M. **Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção e a qualidade das sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1979. 85 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

CICERO, S.M.; TOLEDO, F.F.; CAMPOS, H. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção, a germinação e o vigor das sementes de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1., 1979, Curitiba. **Resumo dos trabalhos técnicos...** Curitiba: ABRATES, 1979. p.13-23.

CONAB. **Central de Informações Agropecuárias**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls>>. Acesso em: 24 jan. 2008.

COOPER, R.L. Influence of early lodging on yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, n. 3, p. 449-450, 1971.

CORDEIRO, D.S. **Efeito de adubação NPK na absorção, translocação e extração de nutrientes pela soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1977. 143p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais associados a herbicidas residuais no desenvolvimento da cultura da soja. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052006000300008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 ago 2007.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; MELO, W.J. Envelhecimento de resíduos vegetais sobre o solo e os reflexos na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n.1, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000100013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 ago 2007.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; ALMEIDA, A.M.R.; HENNING, A.A.; PALHANO, J.B.; SFREDO, G.J. Efeito de níveis e métodos de aplicação de cloreto de potássio, sobre a germinação, vigor e emergência de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3., 1983, Campinas. **Resumo dos Trabalhos Técnicos...** Brasília: ABRATES, 1983. p.114.

DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: IAPAR. **Plantio Direto**: pequena propriedade sustentável. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1998. p.16-45. (IAPAR, Circular, 101).

DELOUCHE, J.C. The compensation principle. **Seedsmen's Digest**, San Antonio, v.23, n.1, p. 6-49, 1972.

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes. III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 57-64, 1981.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. **Plantio Direto no Brasil**. Passo Fundo: Editora Aldeia do Norte, 1993. p.19-27.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1999. 412 p.

EMBRAPA. **Cultivares de soja 2000/2001**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 48 p.

ESTEVEES, J.A.F. **Produção de soja em função da antecipação da adubação fosfatada e potássica em semeadura direta**. 2000. 107p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Botucatu, 2000.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 24 jan. 2008a.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 05 fev. 2008b.

FERNANDES, D.M.; ROSSETTO, C.A.V.; ISHIMURA, I.; ROSOLEM, C.A. Nutrição da soja e formas de potássio no solo em função de cultivares e adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.17, p. 405-410, 1993.

FORNASIERI FILHO, D.; BRANDÃO, S.S.; SADER, R.; VITTI, G.C. Efeitos do fósforo e do zinco sobre a composição mineral e qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.1, p. 43-53, 1988.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

FRANCISCO, E.A.B. **Antecipação da adubação da soja na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn., em sistema de plantio direto**. 2002. 58p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FRANCISCO, E.A.B.; CÂMARA, G.M.S.; SEGATELLI, C.R. Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 25 ago 2007.

GOYA, P.G.R.; SADER, R. Efeito da adubação fosfatada na qualidade de sementes de girassol da cv. IAC-Anhandy. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.12, n.3, p.17-27,1990.

ITO, M.F.; MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, M.A.S.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; MIRANDA, M.A.C. Efeito residual da adubação potássica sobre a incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja. **O Agrônomo**, Campinas, v.46, p.1-3, 1994.

KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; HERNANI, L.C. **Adubação de manutenção para a cultura da soja no sistema plantio direto**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 5p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 32).

LANTMANN, A.F.; ROESSING, A.C.; SFREDO, G.J.; OLIVEIRA, M.C.N. **Adubação fosfatada e potássica para sucessão soja-trigo em Latossolo Roxo distrófico sob semeadura direta**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1996. 44p. (Embrapa-Soja. Circular Técnica, 15).

LANTMANN, A.F.; CASTRO, C. Manejo da fertilidade do solo e da nutrição da soja para a máxima produtividade. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7, INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE 4, CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings....** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.1269-1274.

LI, Y; WU, S.; WANG, Y. Finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) in China. **Plant Genetic Resources Newsletter**, China, n.107, p. 55-57, 1996.

LIMA, E.V. **Alterações dos atributos químicos do solo e resposta da soja à cobertura vegetal e à calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta**. 2001. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

LINGE GOWDA, B.K.; ASHOK, E.G.; CHANDRAPPA, M. An overview of technology transfer and its impact on finger millet production in Karnataka. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap. 40. p. 501-518.

LOPES, A.S. **Manual de Fertilidade do Solo**. São Paulo: ANDA/POTAFÓS, 1989. 155p.

MAEDA, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. Qualidade da semente de soja produzida em solo de cerrado virgem, cerrado recuperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.11, p.1359-1364, nov.1984.

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; TELLA, R. Efeito da calagem e adubação com NPK na qualidade de sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.9, p. 941-944, set. 1986.

MAITRA, S.; SOUNDA, G.; GHOSH, D.C.; JANA, P.K. Effect of seed treatment on finger millet (*Eleusine coracana*) varieties in rainfed upland. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.67, n.10, p. 478-480, oct.1997.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Ed. Pioneira, 1974. 727p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARCHEZAN, E. **Produção e fixação de flores e legumes, por nó do caule e dos ramos, em três cultivares de soja**. 1982. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. cap. 3, p.1-24.

MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 471-477, 1993.

MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F.; RODRIGUES, L.A.; SACRAMENTO, L.V.S. Comportamento de variedades de soja cultivadas em diferentes doses de fósforo: I. Cinética de absorção de fósforo e ajustes morfológicos da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p. 231-238, 1993.

MARUBAYASHI, O.M.; ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M.D. Efeito da adubação fosfatada na produção e na qualidade da semente de amendoim (*Arachis hypogaeae* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n. 1, p. 85-89, 1994.

MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S. Efeito de doses crescentes de calcário, fósforo e potássio em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba. **Bragantia**, Campinas, v.29, n.8, p. 81-90, 1970.

MASCARENHAS, H.A.A.; DEMATÊ, J.D.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. **Estudos preliminares sobre adubação econômica da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na região da Alta Mogiana, em Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa**. Campinas: Instituto Agronômico, 1971. 7p.

MASCARENHAS, H.A.A. **Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos, durante o ciclo vegetativo da soja**. Campinas: Instituto Agronômico, 1973. 47p. (IAC, Boletim Técnico, 6).

MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C.; TISSELLI FILHO, O. Calagem e Adubação da Soja. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A Soja no Brasil Central**. Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1977. cap. 4, p. 85-138.

MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C.; IGUE, T.; TISSELLI FILHO, O.; MIRANDA, M.A.C., FERREIRA FILHO, A.W.P. **Efeito residual de adubação na produção da soja**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1981a. 18p. (IAC, Boletim Técnico, 24).

MASCARENHAS, H.A.A.; VALADARES, J.M.A.S.; ROTTA, C.L.; BULISANI, E.A. Adubação potássica na produção de soja, nos teores de potássio nas folhas e na disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo distroférico de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.40, n. 12, p. 125-134, ago. 1981b.

MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; LÉLIS, L.G.L.; BULISANI, E.A.; BRAGA, N.R.; PEREIRA, J.C.V.N.A. **Haste verde e retenção foliar em soja por deficiência de potássio**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 15p. (IAC, Boletim Técnico, 119).

MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; MIRANDA, M.A.C., PEREIRA, J.C.V.N.A.; BRAGA, N.R. Deficiência de potássio em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 42, p.1-3, jun. 1988a.

MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; MIRANDA, M.A.C.; BRAGA, N.R.; PEREIRA, J.C.V.N.A. Deficiência de potássio em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. **O Agrônômico**, Campinas, v. 40, n.1, p. 34-43, 1988b.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; AMBROSANO, E.J. O fósforo no solo e na soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.68, n.1, p.77-78, jun.1993.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, FUNDAG, 1996. p. 202-203. (IAC, Boletim Técnico, 100).

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; CARMELLO, Q.A.C.; GALLO, P.B.; AMBROSANO, G.M.B. Calcário e potássio para a cultura da soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.3, p. 445-449, jul./set. 2000.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; WUTKE, E.B.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. Potássio para a soja. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n.105, p.1-2, mar. 2004.

MATHAN, K.K. Direct effect of magnesium, potassium and calcium on yield, protein content and Mg uptake by finger millet (*Eleusine coracana*) in acid soil. **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.40, n.4, p. 609-612, dec. 1995.

MATOS, M.A.; SALVI, J.V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162006000200018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 jan. 2008.

MNYENYEMBE, P.H. Past and present research on finger millet in Malawi. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap.3, p. 29-37.

MULATU, T.; KEBEDE, Y. Finger millet importance and improvement in Ethiopia. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap.5, p. 51-59.

MUSHONGA, J.N.; MUZA, F.R.; DHLIWAYO, H.H. Development, current and future research strategies on finger millet in Zimbabwe. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap.1, p.11-19.

NAKAGAWA, J. **Estudos sobre os efeitos de algumas doses de adubo fosfatado na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 1973. 123p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Botucatu, 1973.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Efeitos da adubação fosfatada no vigor das sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 1, p.67-74, 1980.

NAKAGAWA, J.; FÁVARO, A.; ROSOLEM, C.A. Efeitos da densidade de plantas e da adubação sobre algumas características das sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1981. p. 240.

NAKAGAWA, J.; IMAIZUMI, I.; NAKAGAWA, J.; ROSSETO, C.A.V. Efeitos de adubos fosfatados e de métodos de aplicação na cultura do amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.3, p. 28-39, 1990.

NOVO, M.C.S.S.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P.B.; VARGAS, A.A.T. Influência do nitrogênio e do potássio no crescimento e no rendimento da soja cultivada no inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.1, p. 33-41, jan. 1997.

NOVO, M.C.S.S.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETTO, N. Resposta de genótipos de soja, cultivados no outono-inverno, ao nitrogênio e potássio. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.76, n.3, p.339-366. 2001.

ODELLE, S.E. Improvement of finger millet in Uganda. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap. 8, p.75-83.

OLIVEIRA, F.A. **Desenvolvimento vegetativo e nodulação de plantas de soja em função de nitrogênio e fósforo aplicados na semeadura em condições controladas**. 1996. 85p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

OLIVEIRA, F.A.; CARMELLO, Q.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa de vegetação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, p. 329-335, abr./jun. 2001.

PALHANO, J.B.; MUZILLI, O.; IGUE, K.; GARCIA, A.; SFREDO, G.J. Adubação fosfatada e potássica em cultura de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.4, p. 357-362, abr. 1983.

PANIZZI, A.R. Manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: CROCOMO, W.B. **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. cap. 15, p. 293-321.

PETERSON, W.R.; BARBER, S.A. Soybean Root Morphology and K Uptake. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p. 316-319, 1981.

PILANE, M.S.; SALVE, R.B.; PAWAR, V.S.; BHOI, P.G. Response of finger millet (*Eleusine coracana*) varieties to nitrogen and phosphorus. **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.42, n.4, p. 637-640, dec. 1997.

PÖTTKER, D. Modos de aplicação de fósforo para uma seqüência de culturas em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.53, p.15, set/out. 1999.

PRASADA RAO, K.E.; WET, J.M.J.; GOPAL REDDY, V.; MENGESHA, M.H. Diversity in the small millets collection at Icrisat. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap.27. p. 331-346.

RAIJ, B.V.; MASCARENHAS, H.A.A. Calibração de potássio e fósforo em solo, para a soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15. 1975, Campinas. **Anais...** Campinas: Soc. Bras. de Cien. Solo, 1975. p. 309-315.

RAO, K.L.; RAO, C.P.; RAO, K.V. Response of finger millet (*Eleusine coracana* L. Gaertn) cultivars to nitrogen under rainfed conditions. **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.34, n.3, p. 302-306, 1989.

RAO, K.L.; RAJU, D.V.N.; RAO, C.P. Response of ragi (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) to varying spacings under irrigated conditions. **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.35, n.3, p. 275-279, 1990.

RAO, K.L.; RAJU, D.V.N.; CHITKALA DEVI, T.; RAO, C.P.; RAO, T.K.V.V.M. Effect of level and time of nitrogen application to fingermillet (*Eleusine coracana*) under rainfed condition. **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.36 (Suppl), p. 91-95, 1991.

REBAFKA, F. P.; HEBEL, A.; BATIONO, A.; STAHR, K.; MARSCHNER, H. Short and long-term effects of crop residues and of phosphorus fertilization on pearl millet yield on an acid sandy soil in Niger, West Africa. **Field Crops Research**, Netherlands, n.36, p.113-124, 1994.

REDDY, M.G.R.K; REDDY, S.R.; REDDY, P.R.; SUBRAHMANYAM, K.; SUBRAHMANYAM, M.V.R. Effect of nitrogen and phosphorus uptake of fingermillet. **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.31, n.1, p. 29-32, 1986.

ROSOLEM, C.A. Adubação potássica em semeadura direta. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO. 1997. Dourados. **Anais...** Dourados: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. p. 59-75.

ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. Adubação potássica da soja em Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.11, p.1319-1326, nov. 1984.

ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J. Potassium uptake by soybean as affected by exchangeable potassium in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.16, n.7, p. 707-726, 1985.

ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; RIBEIRO, D.B.O. Formas de potássio no solo e nutrição potássica da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, p.121-125, 1988.

ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; MAIA, I.G.; NAKAGAWA, J. Respostas da soja ao magnésio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.47-54, 1992.

ROSOLEM, C.A.; BESSA, A.M.; PEREIRA, H.F.M. Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.9, p.1045-1054, set. 1993.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., 1989. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 1990. p. 1-55.

SACRAMENTO, L.V.S.; ROSOLEM, C.A. Cinética de absorção de potássio e seus ajustes em plantas de soja em função da idade e estado nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p. 213-219, abr./jun. 1997.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C. **Resposta de cultivares de soja à adubação, em solo de alta fertilidade, no sistema plantio direto**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 5p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 20).

SCHERER, E.E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo Húmico de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p. 57-62, 1998a.

SCHERER, E.E. Resposta da soja à adubação potássica em Latossolo Húmico distrófico num período de doze anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p. 49-55, 1998b.

SFREDO, G.J.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E.R.; OLIVEIRA, M.C.N. Resposta da soja a fósforo e a calcário em Podzólico Vermelho-Amarelo de Balsas, MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p. 429-432, 1996.

SHERCHAN, K.; BANIIYA, B.K. Finger millet in Nepal: overview, progress, problems and prospects. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap.13, p.123-138.

SILVA, M.A.; NÓBREGA, J.C.A.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; SÁ, J.J.G.; MARQUES, M.; MOTTA, P.E.F. Frações de fósforo em Latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.10, p.1197-1207, out. 2003.

SINGH, R.V.; ARYA, M.P.S. Effect of different production components on yield of finger millet (*Eleusine coracana*). **Indian Journal of Agronomy**, Delhi, v.42, n.3, p. 484-487, sep. 1997.

SPINOLA, M.C.M.; CICERO, S.M. Qualidade física de sementes de amendoim submetidas a doses de gesso agrícola combinadas a épocas e modos de aplicação: II. Área sem calagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 229-236, 2002.

SUBBA RAO, A.; PRABHU, U.H.; SAMPATH, S.R.; OOSTING, S.J. Variation in chemical composition and digestibility of finger millet (*Eleusine coracana*) straw. In: RILEY, K.W.; GUPTA, S.C.; SEETHARAM, A.; MUSHONGA, J.N. **Advances in small millets**. New York: International Science Publisher, 1994. cap.25, p.297-307.

SUBBA RAO, A.; PRABHU, U.H. Effect of fertilizer and variety on nutritional quality of finger millet (*Eleusine coracana*) straw. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.66, n.4, p. 240-242, Apr. 1996.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: SOUZA, P.I.M.; ARANTES, N.E. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. p.105-113.

TURKIEWICZ, L. **Efeito da calagem e adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1976. 85p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

VENTIMIGLIA, L.A.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L.; PIRES, J.L.F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, fev. 1999.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, N.M.; THIEBAUT, J.T.L.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S. Avaliação do efeito de doses de P e K na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n.1, p.83-89, 1987.

VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Manejo químico do solo para alta produtividade da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: Tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, 1998. cap. 7, p.84-112.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p. 1191-1197, 1997.

YAMADA, T. O potássio na cultura da soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.64, p. 1-4.1993.

YAMADA, T.; BORKERT, C.M. Nutrição potássica e produtividade da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA. 1992. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP, ESALQ, FEALQ, 1992. p.180-212.

YUSUF, R.I.; SIEMENS, J.C.; BULLOCK, D.G. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. **Agronomy Journal**, Madison, v.91, p. 928-933, 1999.

APÊNDICES

Apêndice A - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para a produtividade de matéria seca do capim (P.M.S), o estande final de planta (E.F.), a altura final de planta (A.F.P.), o grau de acamamento (G.A.), o número de ramificações por planta (N.R.P.) e o número de vagens chochas por planta (N.V.C.P.), avaliados no ano 1

| Causas da Variação | GL | P.M.S. | E.F. | A.F.P. | G.A. | N.R.P. | N.V.C.P. |
|--------------------|----|------------|-------|--------|-------|--------|----------|
| Bloco | 2 | 1064600,83 | 0,049 | 101,36 | 0,528 | 0,119 | 0,329 |
| Tratamento | 11 | 1935238,84 | 3,706 | 7,64 | 0,755 | 0,189 | 1,792 |
| Resíduo | 22 | 1242013,91 | 3,822 | 9,68 | 0,467 | 0,436 | 0,878 |
| C.V. (%) | | 22,15 | 9,86 | 4,04 | 25,37 | 10,97 | 20,47 |
| Média | | 5031 | 20 | 77 | 2,69 | 6 | 5 |

Apêndice B - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de vagens de 3 cavidades e 3 sementes (V. 3x3), vagens de 3 cavidades e 2 sementes (V. 3x2), vagens de 3 cavidades e 1 semente (V. 3x1), vagens de 2 cavidades e 2 sementes (V. 2x2), vagens de 2 cavidades e 1 semente (V. 2x1), vagens de 1 cavidade e 1 semente (V. 1x1) e número total de vagens por planta (N.T.V.P.), avaliados no ano 1

| Causas da Variação | GL | V. 3 x 3 | V. 3 x 2 | V. 3 x 1 | V. 2 x 2 | V. 2 x 1 | V. 1 x 1 | N.T.V.P. |
|--------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bloco | 2 | 13,61 | 0,689 | 0,277 | 1,705 | 0,053 | 0,850 | 24,61 |
| Tratamento | 11 | 18,41* | 1,600 | 0,704 | 4,814* | 0,336 | 0,200 | 53,62* |
| Resíduo | 22 | 4,34 | 2,270 | 0,576 | 0,725 | 0,400 | 0,279 | 17,38 |
| C.V. (%) | | 9,67 | 18,42 | 22,84 | 7,92 | 23,86 | 36,53 | 7,94 |
| Média | | 22 | 8 | 3 | 11 | 3 | 1 | 53 |

Apêndice C - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de sementes por planta (N.S.P.), o peso de sementes por planta (P.S.P.), a produtividade agrícola da soja (P.A.), o peso de mil sementes (P.1000), a germinação (G.), o envelhecimento acelerado (E.A.) e a emergência em areia (E.), avaliados no ano 1

| Causas da Variação | GL | N.S.P. | P.S.P. | P.A. | P.1000 | G. | E.A. | E. |
|--------------------|----|---------|--------|----------|--------|--------|---------|---------|
| Bloco | 2 | 202,04 | 6,51 | 80154,34 | 257,16 | 341,08 | 290,33 | 311,58 |
| Tratamento | 11 | 306,19* | 6,04* | 42489,53 | 15,30 | 291,22 | 651,61* | 321,00* |
| Resíduo | 22 | 79,06 | 1,44 | 27673,64 | 21,98 | 195,33 | 198,21 | 95,40 |
| C.V. (%) | | 8,18 | 7,18 | 4,73 | 3,25 | 19,26 | 26,99 | 14,26 |
| Média | | 109 | 16,72 | 3516 | 144,44 | 73 | 52 | 69 |

Apêndice D - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para a produtividade de matéria seca do capim (P.M.S), o estande final de planta (E.F.), a altura final de planta (A.F.P.), o grau de acamamento (G.A.), o número de ramificações por planta (N.R.P.) e o número de vagens chochas por planta (N.V.C.P.), avaliados no ano 2

| Causas da Variação | GL | P.M.S. | E.F. | A.F.P. | G.A. | N.R.P. | N.V.C.P. |
|--------------------|----|------------|------|--------|--------|--------|----------|
| Bloco | 2 | 261899,08 | 9,04 | 138,96 | 0,028 | 0,181 | 1,178 |
| Tratamento | 11 | 1620042,01 | 3,46 | 33,86 | 1,482* | 0,194 | 0,344 |
| Resíduo | 22 | 1030019,72 | 2,78 | 15,97 | 0,149 | 0,224 | 0,371 |
| C.V. (%) | | 11,57 | 9,65 | 5,25 | 14,33 | 14,28 | 30,06 |
| Média | | 8772 | 17 | 76 | 2,69 | 3 | 2 |

Apêndice E - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de vagens de 3 cavidades e 3 sementes (V. 3x3), vagens de 3 cavidades e 2 sementes (V. 3x2), vagens de 3 cavidades e 1 semente (V. 3x1), vagens de 2 cavidades e 2 sementes (V. 2x2), vagens de 2 cavidades e 1 semente (V. 2x1), vagens de 1 cavidade e 1 semente (V. 1x1) e número total de vagens por planta (N.T.V.P.), avaliados no ano 2

| Causas da Variação | GL | V. 3 x 3 | V. 3 x 2 | V. 3 x 1 | V. 2 x 2 | V. 2 x 1 | V. 1 x 1 | N.T.V.P. |
|--------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bloco | 2 | 18,67 | 1,691 | 0,403 | 5,89 | 0,097 | 0,527 | 7,05 |
| Tratamento | 11 | 13,64 | 2,319* | 0,640 | 5,62 | 0,543 | 0,688* | 39,47 |
| Resíduo | 22 | 6,90 | 0,977 | 0,426 | 3,83 | 0,392 | 0,275 | 44,47 |
| C.V. (%) | | 15,17 | 19,64 | 35,74 | 19,51 | 26,04 | 34,73 | 16,96 |
| Média | | 17 | 5 | 2 | 10 | 2 | 2 | 39 |

Apêndice F - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de sementes por planta (N.S.P.), o peso de sementes por planta (P.S.P.), a produtividade agrícola da soja (P.A.), o peso de mil sementes (P.1000), a germinação (G.), o envelhecimento acelerado (E.A.) e a emergência em areia (E.), avaliados no ano 2

| Causas da Variação | GL | N.S.P. | P.S.P. | P.A. | P.1000 | G. | E.A. | E. |
|--------------------|----|--------|--------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Bloco | 2 | 210,16 | 8,96 | 129975,81 | 8,02 | 2066,36 | 1684,08 | 2517,25 |
| Tratamento | 11 | 215,42 | 13,11* | 273473,98* | 242,29* | 588,60* | 448,82* | 373,15* |
| Resíduo | 22 | 106,93 | 4,45 | 57331,22 | 12,88 | 166,91 | 185,17 | 108,77 |
| C.V. (%) | | 11,87 | 13,76 | 6,44 | 2,01 | 30,97 | 34,74 | 27,45 |
| Média | | 87 | 15,33 | 3717 | 178,40 | 42 | 39 | 38 |

Apêndice G - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para a produtividade de matéria seca do capim (P.M.S), o estande final de planta (E.F.), a altura final de planta (A.F.P.), o grau de acamamento (G.A.), o número de ramificações por planta (N.R.P.) e o número de vagens chochas por planta (N.V.C.P.), avaliados no ano 3

| Causas da Variação | GL | P.M.S. | E.F. | A.F.P. | G.A. | N.R.P. | N.V.C.P. |
|--------------------|----|-------------|-------|--------|--------|--------|----------|
| Bloco | 2 | 14296,16 | 2,959 | 57,29 | 0,583 | 3,117 | 6,061 |
| Tratamento | 11 | 2900724,65* | 0,923 | 8,95 | 0,849* | 0,235 | 1,336 |
| Resíduo | 22 | 178660,68 | 0,564 | 16,44 | 0,159 | 0,129 | 0,863 |
| C.V. (%) | | 9,23 | 5,56 | 5,25 | 17,09 | 12,10 | 23,77 |
| Média | | 4580 | 14 | 77 | 2,33 | 3 | 4 |

Apêndice H - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de vagens de 3 cavidades e 3 sementes (V. 3x3), vagens de 3 cavidades e 2 sementes (V. 3x2), vagens de 3 cavidades e 1 semente (V. 3x1), vagens de 2 cavidades e 2 sementes (V. 2x2), vagens de 2 cavidades e 1 semente (V. 2x1), vagens de 1 cavidade e 1 semente (V. 1x1) e número total de vagens por planta (N.T.V.P.), avaliados no ano 3

| Causas da Variação | GL | V. 3 x 3 | V. 3 x 2 | V. 3 x 1 | V. 2 x 2 | V. 2 x 1 | V. 1 x 1 | N.T.V.P. |
|--------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bloco | 2 | 9,30 | 0,784 | 1,188 | 7,88 | 1,536 | 0,155 | 97,45 |
| Tratamento | 11 | 1,66 | 1,895* | 0,486 | 2,40 | 0,534 | 0,201 | 21,80 |
| Resíduo | 22 | 2,95 | 0,735 | 0,646 | 2,07 | 0,459 | 0,227 | 17,18 |
| C.V. (%) | | 15,03 | 18,52 | 32,65 | 16,43 | 33,60 | 63,03 | 12,21 |
| Média | | 11 | 5 | 3 | 9 | 2 | 1 | 34 |

Apêndice I - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de sementes por planta (N.S.P.), o peso de sementes por planta (P.S.P.), a produtividade agrícola da soja (P.A.), o peso de mil sementes (P.1000), a germinação (G.), o envelhecimento acelerado (E.A.) e a emergência em areia (E.), avaliados no ano 3

| Causas da Variação | GL | N.S.P. | P.S.P. | P.A. | P.1000 | G. | E.A. | E. |
|--------------------|----|--------|--------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Bloco | 2 | 288,00 | 10,80 | 246038,76 | 99,75 | 1019,25 | 1029,19 | 1500,33 |
| Tratamento | 11 | 70,26 | 2,67 | 178973,23* | 142,05* | 273,97 | 296,82 | 393,89 |
| Resíduo | 22 | 64,56 | 1,92 | 8146,20 | 8,04 | 170,58 | 176,80 | 184,15 |
| C.V. (%) | | 12,14 | 12,69 | 2,30 | 1,67 | 17,22 | 17,74 | 18,28 |
| Média | | 66 | 10,91 | 3924 | 169,55 | 76 | 75 | 74 |

Apêndice J - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para a produtividade de matéria seca do capim (P.M.S), o estande final de planta (E.F.), a altura final de planta (A.F.P.), o grau de acamamento (G.A.), o número de ramificações por planta (N.R.P.) e o número de vagens chochas por planta (N.V.C.P.), avaliados nos anos 1, 2 e 3 (análise conjunta)

| Causas da Variação | GL | P.M.S. | E.F. | A.F.P. | G.A. | N.R.P. | N.V.C.P. |
|--------------------|----|--------------|---------|--------|--------|----------|----------|
| Bloco (ano) | 6 | 446932,0 | 4,02 | 99,20 | 0,380 | 1,139 | 2,522 |
| Tratamento | 11 | 4963867,3* | 3,88 | 29,80* | 2,077* | 0,092 | 2,419* |
| Ano | 2 | 190636327,1* | 363,70* | 12,26 | 1,565* | 100,368* | 63,071* |
| Ano*Tratamento | 22 | 746069,1 | 2,11 | 10,33 | 0,504* | 0,263 | 0,526 |
| Resíduo | 66 | 816898,1 | 2,39 | 14,03 | 0,258 | 0,263 | 0,704 |
| CV (%) | | 14,75 | 9,16 | 4,88 | 19,75 | 12,51 | 23,95 |
| Média | | 6128 | 17 | 77 | 2,57 | 4 | 4 |

Apêndice K - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de vagens de 3 cavidades e 3 sementes (V. 3x3), vagens de 3 cavidades e 2 sementes (V. 3x2), vagens de 3 cavidades e 1 semente (V. 3x1), vagens de 2 cavidades e 2 sementes (V. 2x2), vagens de 2 cavidades e 1 semente (V. 2x1), vagens de 1 cavidade e 1 semente (V. 1x1) e número total de vagens por planta (N.T.V.P.), avaliados nos anos 1, 2 e 3 (análise conjunta)

| Causas da Variação | GL | V. 3 x 3 | V. 3 x 2 | V. 3 x 1 | V. 2 x 2 | V. 2 x 1 | V. 1 x 1 | N.T.V.P. |
|--------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bloco (ano) | 6 | 13,86 | 1,05 | 0,623 | 5,16 | 0,562 | 0,511 | 43,04 |
| Tratamento | 11 | 12,91* | 2,32 | 0,631 | 3,11 | 0,235 | 0,463 | 34,33 |
| Ano | 2 | 933,40* | 135,93* | 20,327* | 36,84* | 3,673* | 6,299* | 3275,47* |
| Ano*Tratamento | 22 | 10,40* | 1,75 | 0,600 | 4,86* | 0,589 | 0,313 | 40,28 |
| Resíduo | 66 | 4,73 | 1,33 | 0,549 | 2,21 | 0,417 | 0,260 | 26,34 |
| CV (%) | | 12,97 | 19,37 | 29,21 | 15,09 | 27,40 | 41,24 | 12,25 |
| Média | | 17 | 6 | 3 | 10 | 2 | 1 | 42 |

Apêndice L - Valores dos quadrados médios, coeficiente de variação e média para o número de sementes por planta (N.S.P.), o peso de sementes por planta (P.S.P.), a produtividade agrícola da soja (P.A.), o peso de mil sementes (P.1000), a germinação (G.), o envelhecimento acelerado (E.A.) e a emergência em areia (E.), avaliados nos anos 1, 2 e 3 (análise conjunta)

| Causas da Variação | GL | N.S.P. | P.S.P. | P.A. | P.1000 | G. | E.A. | E. |
|--------------------|----|-----------|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bloco (ano) | 6 | 233,40 | 8,76 | 152056,30 | 121,64 | 1142,23 | 1001,20 | 1443,06 |
| Tratamento | 11 | 144,87 | 10,56* | 359519,73* | 242,49* | 597,89* | 744,19* | 531,26* |
| Ano | 2 | 16274,63* | 331,90* | 1495290,40* | 11174,91* | 12759,23* | 11826,79* | 13664,25* |
| Ano*Tratamento | 22 | 223,51* | 5,63* | 67708,51* | 78,57* | 277,95 | 326,52* | 278,39* |
| Resíduo | 66 | 83,51 | 2,60 | 31050,36 | 14,30 | 177,61 | 186,73 | 129,44 |
| CV (%) | | 10,47 | 11,27 | 4,74 | 2,30 | 21,03 | 24,65 | 18,88 |
| Média | | 87 | 14,32 | 3.719 | 164,13 | 63 | 55 | 60 |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)